

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-5308

(P2004-5308A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>G05D 7/06  
H01L 21/205

F I

G05D 7/06  
H01L 21/205

A

テーマコード(参考)

5F045  
5H307

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2002-161086(P2002-161086)  
(22) 出願日 平成14年6月3日(2002.6.3)(71) 出願人 000219967  
東京エレクトロン株式会社  
東京都港区赤坂五丁目3番6号  
(71) 出願人 390033857  
株式会社フジキン  
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号  
(74) 代理人 100082474  
弁理士 杉本 丈夫  
(74) 代理人 100084342  
弁理士 三木 久巳  
(72) 発明者 杉山 一彦  
東京都港区赤坂5丁目3番6号 東京エ  
レクトロン株式会社内

最終頁に続く

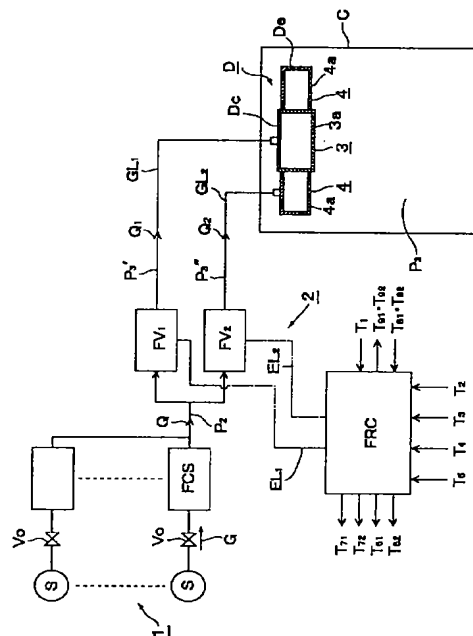
(54) 【発明の名称】 流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 流量制御装置を備えたガス供給設備から所定流量 $Q$ の処理用ガスを正確且つ迅速に、所望の流量比 $Q_1/Q_2$ でもってチャンバー内へ分流供給できるようにする。

【解決手段】 複数の分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ に圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ を介設すると共に、流量の大きい方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブ $CV$ の開度を全開とする分流量制御盤 $FRC$ からの初期流量設定信号により、前記両分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の開度制御を開始し、前記コントロールバルブ $CV$ の下流側圧力 $P_3'$ 、 $P_3''$ を夫々調整することによりシャワープレート3、4に設けたオリフィス孔3a、4aを通して、式 $Q_1 = C_1 P_3'$ 及び $Q_2 = C_2 P_3''$ (但し、 $C_1$ 、 $C_2$ はオリフィス孔の断面積やオリフィス孔上流側のガス温度により決まる定数)により表わされる所望の分流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ でもって前記チャンバー $C$ 内へ総量 $Q = Q_1 + Q_2$ のガスを分流供給する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

流量制御装置を備えたガス供給設備 1 から所定流量  $Q$  のガス  $G$  を複数の分岐供給ライン  $GL_1$ 、 $GL_2$  及びその端末に固定したシャワープレート 3、4 を通して、チャンバー  $C$  内へ所定の流量比  $Q_1/Q_2$  でもって分流供給する方法であって、前記複数の分岐供給ライン  $GL_1$ 、 $GL_2$  に圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  を介設すると共に、供給流量の大きい方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブ  $CV$  の開度を全開とする分流量制御盤  $FR C$  からの初期流量設定信号により、前記両分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の開度制御を開始し、前記コントロールバルブ  $CV$  の下流側圧力  $P_3'$ 、 $P_3''$  を夫々調整することによりシャワープレート 3、4 に設けたオリフィス孔 3a、4a を通して、式  $Q_1 = C_1 P_3'$  及び  $Q_2 = C_2 P_3''$  (但し  $C_1$ 、 $C_2$  はオリフィス孔の断面積やオリフィス上流側のガス温度により決まる定数) により表わされる所望の分流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  でもって前記チャンバー  $C$  内へ総量  $Q = Q_1 + Q_2$  のガスを分流供給することを特徴とする流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

## 【請求項 2】

$CPU$  を備えた分流量制御盤  $FR C$  に起動・停止信号入力端子  $T_2$ 、初期流量設定比信号入力端子  $T_3$ 、シャワープレートの組合せ識別信号入力端子  $T_4$ 、各圧力式分流制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の制御流量信号出力端子  $T_{71}$ 、 $T_{72}$ 、各圧力式分流制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の流量設定入力信号と制御流量出力信号との偏差により信号を発信する入・出力異常警報出力端子  $T_{91}$ 、 $T_{92}$  を設けると共に、前記シャワープレート 3、4 の複数の組合せについて、各シャワープレート 3、4 を流量比  $Q_1/Q_2$  でもって総量  $Q = Q_1 + Q_2$  のガス  $G$  が流通する際の各圧力式分流制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  のコントロールバルブ  $CV$  の下流側圧力  $P_3'$ 、 $P_3''$  を、前記  $Q_1 = C_1 P_3'$  及び  $Q_2 = C_2 P_3''$  の演算式によって複数の総流量  $Q$  について流量比  $Q_1/Q_2$  をパラメータとして算出し、供給流量の大きい方の圧力式分流量制御器  $FV_1$  への初期流量設定信号をコントロールバルブ全開時の入力信号電圧  $V_0$  とするとともに、他方の圧力式分流量制御器  $FV_2$  の初期流量設定信号を前記  $P_3''/P_3' \times V_0$  とし、次に、各シャワープレート 3、4 の組合せの識別信号を前記入力端子 4 へ、また前記両圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  への初期流量設定信号の比  $P_3''/P_3'$  を初期流量比設定信号入力端子  $T_3$  へ夫々入力したあと、両圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の各コントロールバルブ  $CV$  を全開状態にした状態でガス供給設備 1 からのガス供給流量  $Q$  を所望流量に設定し、次に、前記起動 (スタート) 信号入力端子  $T_2$  へ起動信号を入力し (ステップ 5)、起動信号の入力が確認される (ステップ 6) と、前記シャワープレートの組合せ識別信号及び前記初期流量設定比信号の存否を確認し (ステップ 7)、その後前記初期流量設定比信号から求めた両圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の初期流量設定信号  $V_0$ 、 $V_0 \times P_3''/P_3'$  をステップ的に同比率で減少させ (ステップ 8、10)、その時の流量設定入力信号と制御流量出力信号との偏差をチェックし (ステップ 9)、前記入・出力偏差が設定範囲内になれば、各分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  への流量設定信号を入・出力偏差が設定範囲内になる一段前のステップ変化時の流量設定信号の値に戻し (ステップ 11)、引き続き各分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  への流量設定信号を同比率でランプ変化させる (ステップ 13、14) と共に入・出力信号の偏差を連続的にチェックし (ステップ 15)、ランプ変化時の入・出力信号の偏差が設定範囲内になれば、その時の流量設定信号を各分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  への流量設定信号として固定・保持し (ステップ 16)、当該各流量設定信号の下でガス  $G$  の分流供給をするようにした請求項 1 に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

## 【請求項 3】

流量設定信号のステップ変化を、初期流量設定値 (100%) から 0.5 秒毎に 50%、30%、20%、10% 及び 5% の順にステップ的に両流量設定信号を同比率で減少させるものとした請求項 2 に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

## 【請求項 4】

流量設定信号のランプ変化を、0.5秒間に両流量設定信号の10%を同比率で減少させるものとした請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガスの分流供給方法。

## 【請求項 5】

入・出力の偏差がある一定時間以上連続して無くなれば、その時の各流量設定信号を各分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の流量設定信号として固定・保持するようにした請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

## 【請求項 6】

チャンバーCの内圧を5～30 Torrに、圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の下流側のガス圧を100 Torr以下に、総流量 $Q$ を100 sccm～1600 sccmに、分流量比 $Q_1/Q_2$ を1/4、1/2、1/1、2/1、3/1及び4/1とするようにした請求項1又は請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

## 【請求項 7】

分流量 $Q_1$ 又は $Q_2$ の大きい方の圧力式分流量制御器 $FV_1$ 又は $FV_2$ の初期流量設定信号をそのコントロールバルブCVを全開にするときの電圧入力とすると共に、当該コントロールバルブCVの全開時の制御電圧入力を5vに、また制御電圧範囲を0～5vとするようにした請求項1又は請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

## 【請求項 8】

分流量制御盤FRCの各端子の入・出力信号をシリアル通信による入・出力信号とするようにした請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は半導体製造装置等に於いて使用されるものであり、圧力式流量制御装置を備えたガス供給設備からチャンバーへガスを自動分流供給する方法の改良に関するものである。

## 【0002】

## 【従来技術】

半導体製造装置のチャンバーへ供給するガスの流量制御には、所謂圧力式流量制御装置が広く利用されている。

図7はシリコン酸化膜を形成するためのチャンバーCへ圧力式流量制御装置FCSを用いて処理用ガスGを供給する場合の一例を示すものであり、真空ポンプ $V_p$ により減圧されたチャンバーC内へ圧力式流量制御装置FCSを通して所定流量 $Q$ の処理用ガスGが供給され、ガス放出器Dを通して支持装置I上のウェハーHへ流量 $Q$ の処理用ガスGが放出されている。

## 【0003】

一方、前記圧力式流量制御装置FCSは、「臨界膨脹圧力条件 $P_1 > 約2 \times P_2$ が保持されているとき、オリフィスLを流通するガス流量 $Q$ は、オリフィス上流側のガス圧力 $P_1$ のみによって決まり、 $Q = C P_1$ （ $C$ はオリフィスLの口径やガス温度により決まる定数）なる関係式で表わされる。」ことを利用するものであり、コントロールバルブCVにより前記圧力 $P_1$ を調整することにより、オリフィス下流側の流量 $Q$ を所望の設定値に保持するようにしている。

尚、図7に於いて $P_0$ は処理用ガスGの供給圧力、 $P_m$ は圧力計、Fはフィルタ、CPUは演算ユニット、 $Q_s$ は流量設定の入力信号、 $Q_e$ は制御流量の出力信号である。

また、圧力式流量制御装置そのものは特開平8-338546号や特開平11-63265号等により公知であるため、ここではその詳細な説明は省略する。

## 【0004】

上記圧力式流量制御装置FCSでは、前述の通りオリフィス上流側のガス圧力 $P_1$ とオリフィス下流側のガス圧力 $P_2$ とが前記臨界膨脹圧力条件の枠内にあることが必須条件となっており、例えばオリフィス上流側のガス圧力 $P_1$ に比較してオリフィス下流側のガス圧力 $P_2$ の上昇が大きいと、臨界膨脹圧力条件が崩れて流量制御が不能になると云う難点がある。

また、オリフィス下流側の圧力 $P_2$ が上昇し、 $P_1/P_2$ が前記臨界膨脹圧力条件の限界値に近づいてくると、現実には流量制御精度が低下する。そのため、オリフィス下流側の圧力 $P_2$ が上昇すると、使用可能な流量制御範囲が制約されると云う難点がある。

#### 【0005】

このように、圧力式流量制御装置によるガス流量の制御には、オリフィスLの下流側の圧力 $P_2$ が上昇したときに様々な問題を生ずると云う難点があるものの、当該圧力式流量制御装置FCSを用いたチャンバーへのガス供給方法は、高精度なガス流量制御を簡単にこなえるうえ、ガス供給源に高精度な圧力調整装置を別に設ける必要が無いためガス供給設備費の大幅な引下げが可能となり、優れた実用的効用を有するものである。

#### 【0006】

一方、近年半導体製造に用いるシリコンウエハの外径が大きくなりつつあり、例えばウエハHの外径が300mm $\phi$ になれば、ウエハの中心部（センター部分）と外周縁部（エッジ部分）への処理ガスの供給量を夫々個別に調整する必要が生じてくる。

これに対応する方策として、前記センター部分への処理ガスの供給とエッジ部分への処理ガスの供給を図8に示すように夫々別個の供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ を用いて行なうようにすれば、圧力式流量制御装置FCSを用いたガス供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ であってもガス供給源Sから所定の流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ でもって処理ガスGを問題なく供給することが出来る。

#### 【0007】

しかし、一基のチャンバーCに対して、夫々独立した圧力式流量制御装置FCS $_1$ 、FCS $_2$ を有するガス供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ を用いてガスの供給を行なうことは、半導体製造設備の大形化や設備費の高騰を招くだけでなく、メンテナンス等にも手数が掛かることになり、好ましい方策でない。

#### 【0008】

そのため、図9に示すように、一基の圧力式流量制御装置FCSから二系統のガス供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ を分岐させ、各ガス供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ に設けた流量制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ を調整することにより、各ガス供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ の流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ を制御するようにした方式が望ましいことになる。

#### 【0009】

而して、現在汎用されているガス供給設備の圧力式流量制御装置FCSには、一般にオリフィス下流側圧力 $P_2$ が0～100Torrの範囲で最適状態の使用が可能な流量制御特性のものが多く使用されている。そのため、これ等の圧力式流量制御装置FCSに於いては、前述したようにオリフィス下流側圧力 $P_2$ が約100Torrを超えると、流量制御精度の点から流量制御範囲が大幅に制限されることになる。

#### 【0010】

例えば、いま図9に於いて、流量 $Q=300\text{SCCM}$ の処理ガスGを供給ライン $GL_1$ 及び供給ライン $GL_2$ を通して $Q_1=130\text{SCCM}$ 、 $Q_2=170\text{SCCM}$ の流量でチャンバーCへ供給するとする。もしも、ガス供給設備が圧力式流量制御装置FCSを用いないガス供給設備であれば、先ず両制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ を閉にし、次に流量制御装置の処理ガス流量を $Q=300\text{SCCM}$ に設定したあと、制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ の開度を調整して、自動的又は流量計（図示省略）を参照しつつ各流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ を設定値に調整する方法を採用することができる。

#### 【0011】

しかし、ガス供給設備の流量制御装置に、図9のように圧力式流量制御装置FCSが用いられている場合には、両制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ を全閉にした状態で先ず圧力式流量制御装置F

10

20

30

40

50

CSの流量 $Q$  (300SCCM)を設定し、その後、両制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ の開度を調整して各分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ の流量 $Q_1$  (130SCCM)及び $Q_2$  (170SCCM)を高精度でもって迅速に調整することは困難である。

何故なら、両制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ の開度が低いときには両制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ の上流側圧力 $P_2$ が上昇し、 $P_1/P_2$ の値が前記圧力式流量制御装置FCSの限界値から外れる可能性があり、その結果、圧力式流量制御装置FCSによる制御流量 $Q$ そのものが、設定流量( $Q=300SCCM$ )から大きく異なる流量値となるからである。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、従前の圧力式流量制御装置FCSを備えたガス供給設備からのチャンバーCへ10  
のガスの分流供給方法に於いて、圧力式流量制御装置FCSにより調整された一定流量 $Q$ のガス $G$ を、所定の流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ でもって分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ へ分流させる場合に生ずる上述の如き問題、即ち単に各分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ に介設した流量制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ を全閉(又は深絞り)状態から順次開放して行くと云う制御方法では、圧力式流量制御装置FCSによる制御流量 $Q$ そのものが設定値から大きく外れた流量となる可能性があり、流量 $Q$ のみならず流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ の調整も著しく困難になるうえ、万  
一うまく調整できたとしても、流量制御精度が低かったり、或いは流量制御に時間が掛かり過ぎると云う問題を解決せんとするものであり、圧力式流量制御装置FCSを備えたガス供給装置からのガスの分流供給であっても、高精度で迅速に、所定流量 $Q$ のガスを任意20  
の流量比 $Q_1/Q_2$ でもって分岐供給できるようにした、圧力式流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本願発明者等は上記課題を解決するため、従前のこの種ガス供給設備からのガスの分流供給制御に於ける常とう手段、即ち分岐ラインに介設した各流量制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ を全閉又は深絞り状態から順次開放して行くと云う方策から発想を全く転換し、両方の流量制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ を全開又は全開に近い状態としたところから両流量制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ を閉鎖方向へ向けて段階的に開度制御することにより、圧力式流量制御装置FCSによって総流量 $Q$ を高精度で流量制御しつつ、各分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ の流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ を迅速且つ高精度で所望の流量比 $Q_1/Q_2$ に調整することを着想すると共に、この着想に基づいて多数のガス分流試験を実施した。30

【0014】

本願発明は上記着想及び分流試験の結果を基にして創作されたものであり、請求項1の発明は、流量供給装置を備えたガス供給設備1から所定流量 $Q$ のガス $G$ を複数の分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ 及びその端末に固定したシャワープレート3、4を通して、減圧されたチャンバーC内へ所定の流量比 $Q_1/Q_2$ でもって分流供給する方法であって、前記複数の分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ に圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ を介設すると共に、流量の大きい方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブCVの開度を全開とする分流量制御盤FRCからの初期流量設定制御信号により、前記両分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の開度制御を開始し、前記コントロールバルブCVの下流側圧力 $P_3'$ 、 $P_3''$ を夫々調整することによりシャワープレート3、4に設けたオリフィス孔3a、4aを通して、式 $Q_1=C_1P_3'$ 及び $Q_2=C_2P_3''$ (但し $C_1$ 、 $C_2$ はオリフィス孔の断面積やオリフィス上流側のガス温度により決まる定数)により表わされる所望の分流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ でもって前記チャンバーC内へ総量 $Q=Q_1+Q_2$ のガスを分流供給することを発明の基本構成とするものである。40

【0015】

請求項2の発明は、請求項1の発明に於いて、CPUを備えた分流量制御盤FRCに起動・停止信号入力端子 $T_2$ 、初期流量設定比信号入力端子 $T_3$ 、シャワープレートの組合せ識別信号入力端子 $T_4$ 、各圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の制御流量信号出力端子 $T_{71}$ ・ $T_{72}$ 、各圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の流量設定入力信号と制御流量出力信号50

との偏差により信号を発信する入・出力異常警報出力端子 $T_{3,1}$ 、 $T_{3,2}$ を設けると共に、前記シャワープレート3、4の複数の組合せについて、各シャワープレート3、4を流量比 $Q_1/Q$ でもって総量 $Q=Q_1+Q_2$ のガスGが流通する際の各圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ のコントロールバルブ $CV$ の下流側圧力 $P_{3,1}$ 、 $P_{3,2}$ を、前記 $Q_1=C_1 P_{3,1}$ 及び $Q_2=C_2 P_{3,2}$ の演算式によって複数の総流量 $Q$ について流量比 $Q_1/Q_2$ をパラメータとして算出し、流量の大きい方の圧力式分流量制御器 $FV_1$ への初期流量設定信号をコントロールバルブ全開時の入力信号電圧 $V_0$ 。とするとともに、他方の圧力式分流量制御器 $FV_2$ の初期流量設定信号を前記 $P_{3,2}/P_{3,1} \times V_0$ 。とし、次に、各シャワープレート3、4の組合せの識別信号を前記入力端子4へ、また前記両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への初期流量設定信号の比 $P_{3,1}/P_{3,2}$ を初期流量比設定信号入力端子 $T_3$ へ夫々入力したあと、両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の各コントロールバルブ $CV$ を全開状態にした状態でガス供給設備1からのガス供給流量 $Q$ を所望流量に設定し、次に、前記起動（スタート）信号入力端子 $T_2$ へ起動信号を入力し（ステップ5）、起動信号の入力が確認される（ステップ6）と、前記シャワープレートの組合せ識別信号及び前記初期流量設定比信号の存否を確認し（ステップ7）、その後前記初期流量設定比信号から求めた両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の初期流量設定信号 $V_0$ 、 $V_0 \times P_{3,2}/P_{3,1}$ をステップ的に同比率で減少させ（ステップ8、10）、その時の流量設定入力信号と制御流量出力信号との偏差をチェックし（ステップ9）、前記入・出力偏差が設定範囲内になれば、各分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への流量設定信号を入・出力偏差が設定範囲内になる一段前のステップ変化時の流量設定信号の値に戻し（ステップ11）、引き続き各分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への流量設定信号を同比率でランプ変化させる（ステップ13、14）と共に入・出力信号の偏差を連続的にチェックし（ステップ15）、ランプ変化時の入・出力信号の偏差が設定範囲内になれば、その時の流量設定信号を各分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への流量設定信号として固定・保持し（ステップ16）、当該各流量設定信号の下でガスGの分流供給をするようにしたものである。

【0016】

請求項3の発明は、請求項2の発明に於いて、流量設定信号のステップ変化を、初期流量設定値（100%）から0.5秒毎に50%、30%、20%、10%及び5%の順にステップ的に両流量設定信号を同比率で減少させるものとしたものである。

【0017】

請求項4の発明は、請求項2の発明に於いて流量設定信号のランプ変化を、0.5秒間に両流量設定信号の10%を同比率で減少させるものとしたものである。

【0018】

請求項5の発明は、請求項2の発明に於いて、入・出力の偏差がある一定時間以上連続して無くなれば、その時の各流量設定信号を各分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の流量設定信号として固定・保持するようにしたものである。

【0019】

請求項6の発明は、請求項1又は請求項2の発明に於いて、圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の下流側のガス圧を100 Torr以下に、総流量 $Q$ を100 sccm～1600 sccmに、分流流量比 $Q_1/Q_2$ を1/4、1/2、1/1、2/1、3/1及び4/1とするようにしたものである。

【0020】

請求項7の発明は、請求項1又は請求項2の発明に於いて、分流流量 $Q_1$ 又は $Q_2$ の大きい方の圧力式分流量制御器 $FV_1$ 又は $FV_2$ の初期流量設定信号をそのコントロールバルブ $CV$ を全開にするときの電圧入力とすると共に、当該コントロールバルブ $CV$ の全開時の制御電圧入力を0 Vに、また制御電圧範囲を0～5 Vとするようにしたものである。

また、請求項8の発明は、請求項2の発明に於いて、分流量制御盤 $FR C$ の各端子の入・出力信号をシリアル通信による入・出力信号とするようにしたものである。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施形態を説明する。

図1は、本発明に係る圧力式流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法を説明する全体系統図である。

図1に於いて、1はガス供給設備であり、処理用ガスGの供給源Sとガス元弁V。と圧力式流量制御装置FCS等から形成されている。

また、2は分流量制御装置であり、圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>及び分流量制御盤FRC等から形成されている。

#### 【0022】

更に、図1に於いて、Cはチャンバー、Dはガス放出器、D<sub>c</sub>はセンター部用ガス放出器、D<sub>e</sub>はエッジ部用ガス放出器、GL<sub>1</sub>はセンター部用分岐供給ライン、GL<sub>2</sub>はエッジ部用分岐供給ライン、Qは総ガス流量、Q<sub>1</sub>・Q<sub>2</sub>は分流量、P<sub>2</sub>は圧力式流量制御装置FCSのオリフィス下流側の圧力、P<sub>3</sub>'・P<sub>3</sub>"は圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>の出口側の圧力、P<sub>3</sub>はチャンバーC内の圧力、3はセンター部用ガス放出器D<sub>c</sub>のシャワープレート、3aはシャワープレートに設けたオリフィス孔、4はエッジ部用ガス放出器D<sub>e</sub>のシャワープレート、4aはシャワープレートに設けたオリフィス孔である。

#### 【0023】

加えて、図1に於いてEL<sub>1</sub>・EL<sub>2</sub>は分流量制御盤FRCと圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>との信号接続ライン、T<sub>1</sub>は電源入力端子、T<sub>2</sub>は起動・停止信号入力端子、T<sub>3</sub>は初期の流量比設定信号の入力端子、T<sub>4</sub>はオリフィスプレートの組み合わせ識別信号の入力端子、T<sub>5</sub>は自動零点調整用信号の入力端子、T<sub>6</sub><sub>1</sub>・T<sub>6</sub><sub>2</sub>は自動零点設定エラー信号の出力端子、T<sub>7</sub><sub>1</sub>・T<sub>7</sub><sub>2</sub>は制御流量信号の出力端子(P<sub>3</sub>'・P<sub>3</sub>"相当の出力電圧)、T<sub>8</sub><sub>1</sub>・T<sub>8</sub><sub>2</sub>は流量設定信号の入力端子、T<sub>9</sub><sub>1</sub>・T<sub>9</sub><sub>2</sub>は入・出力異常警報の出力端子である。

#### 【0024】

前記ガス供給設備1は、処理用ガス供給源(供給圧力250KPaG以上)S及び前記図7に示した複数の圧力式流量制御装置FCS等から形成されており、圧力式流量制御装置FCSの制御装置(CPU)へ所定の流量設定信号Q<sub>s</sub>を入力することにより、コントロールバルブCVによってオリフィスLの上流側圧力P<sub>1</sub>が調整され、オリフィス下流側の流量Qが自動的に設定流量Q<sub>s</sub>に調整される。

また、制御装置(CPU)からは、調整された流量に対応する制御流量出力信号Q<sub>e</sub>が出力され、万一、流量設定入力信号Q<sub>s</sub>と前記制御流量出力信号Q<sub>c</sub>との間の偏差が規定時間を越えて設定値をオーバーすれば、図7には図示されていないが、後述するようにCPUから入・出力偏差異常信号が発信される。

#### 【0025】

前記分流量制御装置2は、複数の圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>と、これ等を制御する分流量制御盤FRCと、各圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>に接続されたオリフィスプレート3、4等から形成されている。

尚、図1の実施形態では圧力式分流量制御器を2台としているが、これを2台以上としてもよいことは勿論であり、この場合にはオリフィスプレートの方も当然2枚以上或いは2個所以上の供給口となる。

#### 【0026】

又、前記圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>は前記図7に示した圧力式流量制御装置FCSの基本構成に於けるオリフィスプレートLを取り除き、その代替としてセンター部用オリフィスプレート3(又はエッジ用オリフィスプレート4)のオリフィス孔3a(又は4a)を活用するようにしたものである。

即ち、当該圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>は図2に示すような構成になっており、本実施態様に於いてはコントロールバルブCVとして電磁弁駆動型のメタルダイヤフラムバルブが使用されており、流量Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>が大流量の場合でも容易に対応できるようにしている。

#### 【0027】

尚、上記圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の作動は、流量制御装置  $FC S$  の場合と全く同一であり、図 2 に於いてチャンバー  $C$  内の圧力  $P_3$  とセンター部用オリフィスプレート 3 のオリフィス孔 3 a より上流側の圧力  $P_3'$  との間に  $P_3' > 2 P_3$  の関係が保持されていれば、コントロールバルブ  $CV$  によって圧力  $P_3'$  を調整することにより、 $Q_1 = C P_3'$  によって分流量  $Q_1$  が制御されることになる。尚、 $C$  はオリフィス孔 3 a の断面積やその形態、ガス温度等から決まる定数である。

#### 【0028】

図 2 を参照して、前記分流量制御盤  $FRC$  は、電源入力端子  $T_1$ 、起動・停止（両  $FV_1$ 、 $FV_2$  のコントロールバルブ  $CV$  を全開にする）信号の入力端子  $T_2$ 、初期の流量設定比信号入力端子  $T_3$ 、後述するシャワープレートの組合せ識別番号の入力端子  $T_4$ 、自動  
10 零点調整信号の入力端子  $T_5$ 、自動零点調整エラー信号の出力端子  $T_{6.1}$ ・ $T_{6.2}$ 、制御流量信号の出力端子  $T_{7.1}$ ・ $T_{7.2}$ 、設定流量信号  $Q_1$ 、 $Q_2$  の入力端子  $T_{8.1}$ ・ $T_{8.2}$ 、入・出力異常警報の出力端子  $T_{9.1}$ ・ $T_{9.2}$  等が設けられており、信号接続ライン  $EL_1$ 、 $EL_2$  を介して各圧力式流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  と接続されている。

#### 【0029】

即ち、前記入力端子  $T_2$  へ起動信号が入力されると、各圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  は予かじめ設定された初期の設定流量比によって作動する（即ち、後述するように分流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  の大きい方の分流量制御器のコントロールバルブ  $CV$  が全開に、他方の分流量制御器のコントロールバルブ  $CV$  の開度が全開  $\times$  予かじめ計算された 1 以下の係数に夫々調整される。）  
20

また、入力端子  $T_2$  の停止信号が入力されると、両圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  のコントロールバルブ  $CV$  は全開状態となる。

更に、前記入力端子  $T_2$  へ起動信号が入力される前に、一般には自動零点調整信号入力端子  $T_5$  へ零点調整信号が入力され、両圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の自動零点調整が行なわれる。当該自動零点調整が規定通り実施されない場合には、自動零点調整エラー信号出力端子  $T_{6.1}$ ・ $T_{6.2}$  へ警報が出力される。

#### 【0030】

前記初期流量比設定信号入力端子  $T_3$  へは、各分岐供給ライン  $GL_1$ 、 $GL_2$  への供給流量比  $Q_1/Q_2$  を基にして、後述する表 1 に記載の各数値を用いて演算した初期流量比設定信号が入力される。  
30

尚、本実施形態では、前記流量比  $Q_1/Q_2$  は  $1/1$ 、 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $1/4$ 、 $2/1$ 、 $3/1$  及び  $4/1$  の何れかに設定可能であり、これを基にして演算した初期流量比設定信号が 4 Bit のデジタル信号の型で入力端子  $T_3$  へ入力される。尚、流量比  $Q_1/Q_2$  と初期流量設定比信号とが同一の値でないことは、勿論である。

また、前記表 1 に記載の各数値は、後述するように、各分岐ガス供給ラインの末端に接続されるシャワープレート 3、4 のオリフィス孔 3 a・4 a の口径やその数から、前記所定の流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  のガス  $G$  を放出させるのに必要とするオリフィス孔 3 a・4 a の上流側の制御圧力  $P_3'$ 、 $P_3''$  を演算し、その演算した必要とする各上流側制御圧力  $P_3'$  と  $P_3''$  との比  $P_3''/P_3'$  を示すものである。

#### 【0031】

前記端子  $T_4$  へは各ガス放出器  $Dc$ 、 $De$  のシャワープレート（オリフィスプレート）3、4 の組合せを識別表示する信号が入力される。即ち、本実施形態では、前記センター部用シャワープレート 3 として 420 個のオリフィス孔 3 a を有するものと、480 個のオリフィス孔 3 a を有するものの二種類が用意されている。同様にエッジ部用シャワープレート 4 としてオリフィス孔 4 a が 360 個のものと 476 個のものが二種類用意されている。  
40

#### 【0032】

前記シャワープレート 3、4 の組合せとしては 420 個のオリフィス孔 3 a を有するシャワープレート 3 と 360 個のオリフィス孔 4 a を有するシャワープレート 4 との組合せ（以下パターン 1 と呼ぶ）及び 480 個のオリフィス孔 3 a を有するシャワープレート 3 と  
50



476個のオリフィス孔4aを有するシャワープレート4との組合せ（以下パターン2と呼ぶ）の二種類が予かじめ決められており、前記パターン1及びパターン2を表示する2Bitのデジタル信号が前記端子4へ入力される。

#### 【0033】

前記制御流量出力信号端子 $T_{7,1}$ ・ $T_{7,2}$ は、作動中の両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の制御流量（実流量） $Q_1$ 、 $Q_2$ を表示するための出力端子であり、制御流量（実流量） $Q_1$ 、 $Q_2$ が電圧出力（0～5v）の型で出力される。

#### 【0034】

前記流量設定信号入力端子 $T_{8,1}$ ・ $T_{8,2}$ は、各分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ へ供給する流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ に対応する0～5vの電圧信号の入力端子である。

10

尚、上流側の圧力式流量制御装置FCSで総流量 $Q$ が設定され、且つ端子 $T_3$ へ流量比 $Q_1/Q$ を基にして演算した初期流量設定比信号が入力されるため、各分流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ の流量設定信号の大きさは内部のCPUで自動的に演算することが出来る。その結果、前記入力端子 $T_{8,1}$ ・ $T_{8,2}$ への流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ の流量設定信号を予かじめ入力することは現実には不要となるが、万一上流側の圧力式流量制御装置FCSにより総流量 $Q$ を高精度で設定出来ない場合や処理用ガス供給源Sから直接に各圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ へガス供給を行なう場合に備え、各圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ に夫々流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ を単独で設定できる方がベターである。そのため、前記入力端子 $T_{8,1}$ ・ $T_{8,2}$ を設ける方がより望ましい。

#### 【0035】

20

前記入・出力異常警報出力端子 $T_{9,1}$ ・ $T_{9,2}$ は、流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ の設定流量信号と制御流量信号（実流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ ）とを対比し、設定流量信号と実際の制御流量信号との間の偏差が所定時間経過後に於いても規定値以上の値であれば、異常信号が発せられる。

尚、上記実施形態に於いては、所定の大きさの入・出力信号を分流量制御盤FRCの各端子に直接入・出力するようにしているが、各端子の入・出力信号をシリアル通信による入・出力信号としてもよいことは勿論である。

#### 【0036】

尚、前記両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ に於ける分流量の制御は、前述の通りコントロールバルブCVにより、その下流側圧力 $P_3'$ 、 $P_3''$ を調整することにより行なわれており、本実施形態では、流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ の設定信号（0～5v）と制御圧力 $P_3$ （ $Torr$ ）と実流量（制御流量）の出力信号（0～5v）との間に、図3の如き特性を備えた圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ が使用されている。

30

#### 【0037】

また、図4は、センター部用ガス放出器Dcのシャワープレート3として内径0.2mmφのオリフィス孔420個を有するもの及びエッジ部用ガス放出器Deのシャワープレート4として内径0.2mmφのオリフィス孔360個を有するものを組み合わせ使用した場合（パターン1）に於けるトータル流量（全流量） $Q$ とセンター部用の圧力式分流量制御器 $FV_1$ の制御圧力（ $P_3'$ ）とエッジ部用圧力式分流量制御器 $FV_2$ の制御圧力（ $P_3''$ ）との関係を、流量比（ $C/E=Q_1/Q_2$ ）をパラメータにして計算した数値をグラフ表示したものであり、例えば $Q_1/Q=1$ で $Q=1600$ 、 $1200$ 、 $800$ 、 $400$ 及び $100SCCM$ とした場合、センター部側の制御圧力 $P_3'$ とエッジ部側の制御圧力 $P_3''$ との比 $P_3''/P_3'$ の平均値は0.961となる。

40

#### 【0038】

同様に、図5は、センター部用ガス放出器Dcのシャワープレート3として内径0.2mmφのオリフィス孔480個を有するもの及びエッジ部用ガス放出器Deのシャワープレート4として内径0.2mmφのオリフィス孔4aを476個を有するものを組み合わせ使用した場合（パターン2）に於ける図4と同一の計算値をグラフ表示したものであり、例えば $Q_1/Q_2=1$ で $Q=1600$ 、 $1200$ 、 $800$ 、 $400$ 及び $100SCCM$ の場合、センター部側の制御圧力 $P_3'$ とエッジ部側の制御圧力 $P_3''$ との比 $P_3''/P_3'$ の平均値は0.999となる。

50

## 【0039】

尚、表1は、図4及び図5に表示したパターン1及びパターン2に於ける各流量比 $Q_1/Q$ と、センター部側制御圧力 $P_3'$ とエッジ部側制御圧力 $P_3''$ の比( $P_3''/P_1$ )との関係を示す計算値をまとめたものである。例えば図1に於いて、使用するシャワープレート3、4の組み合わせをパターン1とし且つ流量比 $Q_1/Q_2$ を1とした場合にはセンター部用圧力式分流量制御器 $FV_1$ の制御圧力 $P_3'$ とエッジ部圧力式分流量制御器 $FV_2$ の制御圧力 $P_3''$ との比 $P_3''/P_3'$ は計算上0.961になることを示している。また、ここでは、上記 $Q$ 、 $Q_1/Q_2$ 及び $P_3''/P_3'$ との関係を下記のコンダクタンスの計算式を用いて演算している。

即ち、管路に流れるガスの流量 $Q$ は、 $Q = C \times (P_1 - P_2) \cdots \blacktriangle 1 \blacktriangledown$ 、 $C = 182 \times D^{10}$   
 $\times (P_1 + P_2) / 2 \times 1 / L \cdots \blacktriangle 2 \blacktriangledown$ として表わされる。但し、 $C$ はコンダクタンス  
 $(L/sec)$ 、 $D$ は配管径(cm)、 $L$ は配管長さ(cm)、 $P_1$ は配管上流圧(Torr)、 $P_2$ は配管下流圧(Torr)、 $Q$ は流量(Torr・L/sec)である。  
 上記 $\blacktriangle 1 \blacktriangledown$ 及び $\blacktriangle 2 \blacktriangledown$ に於いて、 $D$ としてシャワープレートの外径を、 $L$ としてシャワー  
 プレートの孔の長さを、下流側圧力 $P_2$ としてチャンバー内圧( $P_3 = 0.015$  Torr)を、流量 $Q$ としてノズル孔1個当りの流量を夫々用いることにより、シャワープレートの上流側管路の内圧( $P_3'$ 及び $P_3''$ )を演算したものである。

## 【0040】

## 【表1】

流量比 $Q_1 / Q_2$	初期の流量比設定	
	パターン 1 制御圧力比 $P_3'' / P_3'$	パターン 2 制御圧力比 $P_3'' / P_3'$
1/1	0.961	0.999
1/2	0.679	0.705
1/3	0.557	0.578
1/4	0.481	0.498
2/1	0.736	0.707
3/1	0.601	0.579
4/1	0.520	0.500

10

20

30

40

## 【0041】

以下、本願発明によるチャンバーへのガスの分流供給方法について説明する。図1及び図2を参照、分流量制御盤ERCの入力端子 $T_2$ へ起動信号が入力されていない場合には、両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 及び $FV_2$ のコントロールバルブCVは全開状態となっている。その結果、ガス供給源Sから、圧力式流量制御装置FCSにより流量Qに調整されて供給されて来た処理用ガスGは、両分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ を通して、各シャワープレート3、4のノズル孔3a、3bの全面積比にほぼ対応した比率で流通する。

## 【0042】

次に、前記総流量QのガスGを所定の比率 $Q_1 / Q_2$ （例えば $Q_1 / Q_2 = 2 / 1$ ）で分流供給するためには、先ず各分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ の末端に接続されているガス

50

放出器Dc、Deのシャワープレート3、4の組合せパターンの識別信号（パターン1）を入力端子T<sub>4</sub>へ入力すると共に、所望の流量比 $Q_1/Q_2$ から、前記表1に基づいて初期の流量比設定信号を求め、これを入力端子T<sub>3</sub>へ入力する。

即ち、シャワープレート3、4の組合せパターンがパターン1で且つ分流比 $Q_1/Q_2 = 2/1$ の場合、センター側の圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>への流量設定信号は表1から5-1.000×5=0Vとなり、またエッジ側の圧力式分流量制御器FV<sub>2</sub>の初期流量設定信号入は表1から5-0.736×5=1.32Vとなる。従って、この場合には、初期流量設定比信号として、入力端子T<sub>3</sub>へ0/1.32が入力される。

【0043】

尚、本実施形態では、予かじめ表1を用いて両圧力式分流量制御器へ入力する初期流量設定比を演算し、これを入力端子T<sub>3</sub>へ入力するようにしているが、流量設定信号入力端子T<sub>3,1</sub>・T<sub>3,2</sub>を設けてこれに分流流量Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>を夫々入力すると共に、内部のCPUに予かじめ表1のデータを記憶させておき、CPU内で前記初期流量設定比0/1.32を演算させるようにしてもよい。

また、分流供給の開始前に自動零点調整用信号を入力端子T<sub>5</sub>へ加え、各圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>の自動零点調整が行なわれることは勿論である。

【0044】

図6を参照して、スタート（ステップ5）操作によって起動（スタート）信号が端子T<sub>2</sub>へ加えられると、スタート信号の存否が確認される（ステップ6）。スタート信号の入力が確認されると、端子4へ入力されたシャワープレートの組合せ識別信号（パターン信号）の存否並びに端子3へ入力された初期流量設定比信号の存否が確認される（ステップ7）。

【0045】

初期流量設定比信号の入力が確認されると、当該初期流量設定比信号のステップ状変化が開始される（ステップ8）。

即ち、初期流量設定比信号が端子T<sub>3</sub>へ入力されると（本実施例の場合、初期流量設定比の値が0.736であって、FV<sub>1</sub>の初期流量設定値=0v、FV<sub>2</sub>の初期流量設定値=1.325v）、各圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>へ初期流量設定値が入力され、両圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>が初期流量設定値に応じた流量のガスを流通させると共に、その時の流量に対応する制御流量出力信号を端子T<sub>7,1</sub>・T<sub>7,2</sub>へ出力する。

【0046】

当該各圧力式分流量制御器の制御流量出力信号はステップ9でその流量設定入力信号と対比され、入・出力信号の間に偏差があるか否かがチェックされる。

【0047】

入・出力信号の間の偏差が所定時間の間だ設定値を越えていると、各分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>への流量設定信号をステップ状に同じ比率で減少させる（ステップ10）。

具体的には、高流量Q<sub>1</sub>側の分流量制御器FV<sub>1</sub>側への流量設定信号の入力値を100%→50%→30%→20%→10%→5%/0.5秒の割合でステップ的に減少させると共に、低流量Q<sub>2</sub>側の分流量制御器FV<sub>2</sub>への流量設定信号入力を同じ流量比になるように調整する。

即ち、本実施例では、初期流量比設定値が0.736（3.68/5）（前記FV<sub>1</sub>の初期流量設定値=0（5-5=0）v、FV<sub>2</sub>の初期流量設定値=1.32（5-3.68=1.32）V）であり、前記各初期流量設定値0（5-5=0）v、1.32（5-3.68=1.32）vが同じ比率で50%→30%→20%→10%→5%/0.5秒の割合でステップ状に増加され、第1段の50%変化により、初期流量比設定は2.5（5-5×0.5=2.5）/3.16（5-2.5×0.736=3.16）に増加され、その後0.5秒経過毎に3.5（5-5×0.3）/3.896（5-1.5×0.736）（第2段）、4.0（5-5×0.2）/4.264（5-1×0.736）（第3段）、4.5（5-5×0.1）/4.632（5-0.5×0.736）（第4段）、4.75（5-5×0.05）/4.816（5-0.25×0.736）（第5段）の順

にステップ状変化が繰り返される。

#### 【0048】

前記流量設定信号入力 of ステップ状変化により、ステップ9の入・出力信号の偏差が設定範囲内の値になると、ステップ11で各分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への設定流量信号の入力値が、一段前のステップ変化の信号入力値に戻され、再度入・出力信号の偏差の存否がチェックされる（ステップ12）。

尚、前記ステップ9の入・出力信号の偏差が、約0.5秒間に亘ってフルスケール（即ち5V）の3%に相当する値を越える場合には、偏差の異常があると判断され、次段階のステップ状変化が行なわれる。

#### 【0049】

前記ステップ12で入・出力信号間の偏差の存在が確認されると、引き続きその時の流量設定信号から、各分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への流量設定信号入力を同じ比率でランプ変化させる（ステップ13）ランプ制御が開始される。

当該流量設定信号のランプ変化は、具体的には高流量 $Q_1$ 側の分流量制御器 $FV_1$ への流量設定信号入力を10%/0.5秒のランプ変化で変動させると共に、低流量 $Q_2$ 側の分流量制御器 $FV_2$ への流量設定信号入力を同一比率で連続的に減少させ（ステップ14）、ランプ変化後の流量切低信号入力とその時の制御流量信号出力との間の偏差をステップ15でチェックする。

#### 【0050】

例えば、前記実施例において、ステップ10の第4段（即ち、流量設定比4.5/4.632）に於いて入・出力間の偏差が無くなったとすると、各分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への流量設定信号がステップ10の第3段（流量設定比4.0/4.264）の状態に一旦戻され、圧力式分流量制御器 $FV_1$ への流量設定入力を4.0V及び圧力式分流量制御器 $FV_2$ への流量設定入力を4.264Vとした（ステップ11）うへ、再度ステップ12において入・出力信号間の偏差の存否が確認されたあと、ステップ13に於いて流量設定信号のランプ変化が開始され、前記圧力式分流量制御器 $FV_1$ への流量設定信号入力4.0Vが0.5V/0.5secの割合でランプ変化されると共に、圧力式分流量制御器 $FV_2$ への流量設定信号入力4.264Vも0.5V×0.736=0.368V/0.5secの割合で減少される。

#### 【0051】

前記ランプ変化された流量設定信号入力とその時の制御流量信号出力との偏差がステップ15でチェックされ、両者の間の偏差が連続して一定時間の間、例えば0.1秒間無くなれば（即ち、規定値以下になれば）、ステップ16に於いて各分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への設定流量信号入力が、ステップ14の時の流量設定入力信号値に夫々固定・保持される。

#### 【0052】

そして、最後にステップ17に於いて、前記固定・保持した設定流量信号の入力の存否が確認され、これによってガス供給源Sからの原料ガス（流量Q）を分流供給するための各分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の自動分流量制御が完了する。即ち、ガス供給源Sからの所定流量Qの原料ガスGは、所定の流量比 $Q_1/Q_2$ に分流され、ガス放出器Dc、Deを通してチャンバーC内ウエハーHへ供給されていく。

#### 【0053】

##### 【発明の効果】

本発明に於いては、圧力式流量制御装置FCSを備えたガス供給設備からの流量Qの処理用ガスGを圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ を通して圧力チャンバーC内へ分流供給すると共に、分流量の大きい方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブCVの開度を全開とする分流量制御盤FRCからの初期流量設定信号によって圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の流量制御を開始すると共に、前記各コントロールバルブCVの下流側圧力 $P_3$ 、 $P_3'$ を調整することによりチャンバーC内に設けたシャワープレート3、4のオリフィス孔3a、4aを活用し、両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ を

$Q_1 = C_1 P_3'$ 、 $Q_2 = C_2 P_3''$ （但し、 $C_1$ 、 $C_2$ は定数）で表わされる分流量でもって、流量 $Q$ の処理用ガス $G$ を分流供給する構成としている。

その結果、本発明に於いては、圧力式流量制御装置 $FC S$ を備えたガス供給設備1からの処理用ガスであっても、分流時に圧力式流量制御装置 $FC S$ のオリフィス下流側の圧力 $P_2$ が大幅に上昇することが皆無となり、結果として総流量 $Q$ を圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ による分流制御と無関係に正確に所望流量値に制御することが可能となる。

【0054】

また、本発明ではチャンバー $C$ 内に設けたシャワープレート3、4のオリフィス孔3a、4aを有効に圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の構成材料として活用し、両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ を実質的に圧力式流量制御装置 $FC S$ と同一のものとしているため、本方法発明の実施が極めて容易にしかも安価な設備費でもって行なえる。 10

【0055】

更に、本願方法発明にあつては、初期流量設定信号によって、流量の大きい方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブを全開に、また他方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブの開度を全開 $\times \alpha$ （ $\alpha$ は最終流量比 $Q_2/Q_1$ に応じてあらかじめ算定した計算上の開度比率 $P_3''/P_3'$ ）として分流量制御を開始し、前記流量設定信号を先ずステップ状に変化させ分流比 $Q_1/Q_2$ の粗調整を行なうと共に、入・出力信号間の偏差が規定内に納まると引き続き1段前のステップ調整の流量設定信号に戻したところから流量設定信号をランプ状に変化させ、流量設定入力信号と制御流量出力信号との対比を行なつて、両入・出力信号間の偏差が所定時間内に設定値以下となった場合に、各流量設定信号を両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への最終的な流量設定信号として固定保持す構成としている。 20

その結果、本方法発明に於いては、極めて迅速且つ正確に、しかも数多くの流量比 $Q_2/Q_1$ について、両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ による分流制御を行なうことが可能となる。

本発明は上述の通り優れた実用的効用を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る流量制御装置を備えたガス供給装置によるチャンバーへのガス分流供給方法を説明する全体系統図である。

【図2】圧力式分流量制御器 $FV_1$ の構成図である。 30

【図3】圧力式分流量制御器 $FV_1$ の流量設定信号と流量制御圧力及び流量出力信号の関係を示す特性曲線である。

【図4】図1の分流供給に於いて、使用するシャワープレート3、4の組合せをパターン1とした場合の、両圧力式分流量制御器の流量制御圧力（ $P_3'$ 、 $P_3''$ ）と全流量 $Q$ と分流比 $Q_1/Q_2$ との関係を示す線図（計算値）である。

【図5】使用するシャワープレート3、4の組合せをパターン2とした場合の、図4と同一の関係を示す線図（計算値）である。

【図6】チャンバーへのガスの分流供給方法を説明する圧力式流量制御装置によるガスの分流制御のフローチャートである。

【図7】従前の圧力式流量制御装置 $FC S$ を用いたチャンバー $C$ への処理ガスの供給方法を示す説明図である。 40

【図8】単独のガス供給源 $S$ から複数の圧力式流量制御装置を用いてチャンバー $C$ へ処理ガスを分流供給する場合の、説明図である。

【図9】圧力式流量制御装置を備えたガス供給源から、制御弁を用いてチャンバー $C$ へ処理ガスを分流供給する場合の説明図である。

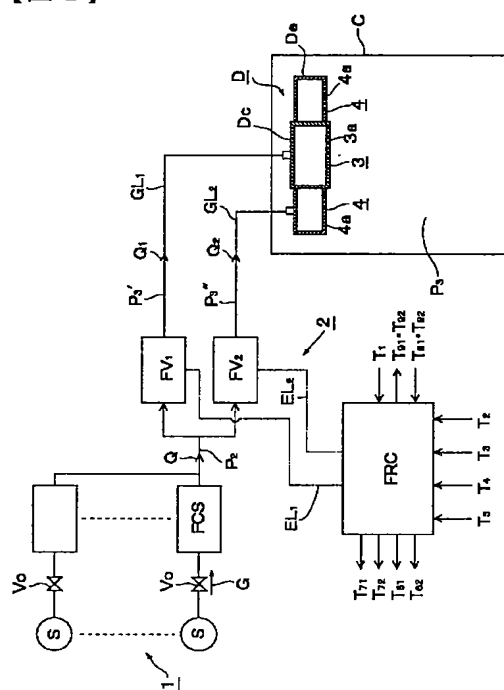
【符号の説明】

1はガス供給設備、 $S$ は処理用ガス供給源、 $V_0$ はガス元弁、 $FC S$ は圧力式流量制御装置、 $G$ は処理用ガス、2は分流量制御装置、 $FV_1$ は圧力式分流量制御器（No1分流量制御器）、 $FV_2$ は圧力式分流量制御器（No2分流量制御器）、 $FR C$ は分流量制御盤、 $C$ はチャンバー、 $D$ はガス放出器、 $D_c$ はセンター部用ガス放出器、3はセンター部用 50

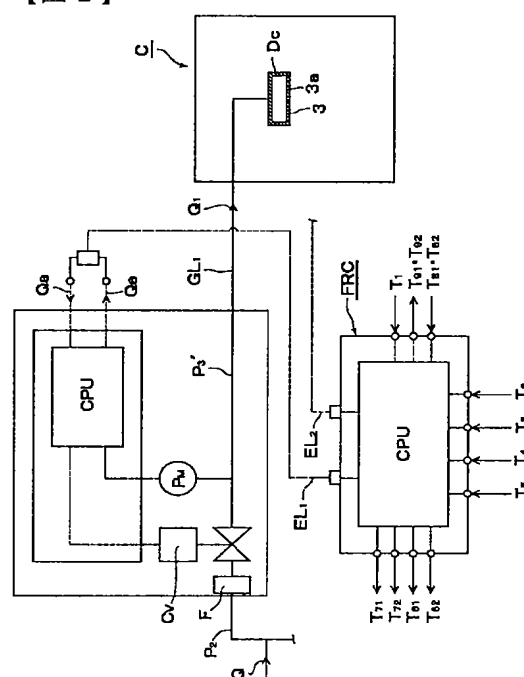
シャワープレート、3 aはオリフィス孔、D eはエッジ用ガス放出器、4はエッジ部用シャワープレート、4 aはオリフィス孔、G L<sub>1</sub>はセンター部用分岐供給ライン、G L<sub>2</sub>はエッジ部用分岐供給ライン、Qは総ガス流量、Q<sub>1</sub>は分流流量、Q<sub>2</sub>は分流流量、E L<sub>1</sub>・E L<sub>2</sub>は信号接続ライン、T<sub>1</sub>は電源入力端子(D C 15 V)、T<sub>2</sub>は起動・停止信号入力端子、T<sub>3</sub>は初期の流量設定比信号の入力端子(4ビット入力)、T<sub>4</sub>はシャワープレートの組合せ識別信号入力端子(2ビット)、T<sub>5</sub>は自動零点調整用信号の入力端子、T<sub>6,1</sub>・T<sub>6,2</sub>は自動零点設定エラー信号の出力端子、T<sub>7,1</sub>・T<sub>7,2</sub>は制御流量信号出力端子、T<sub>8,1</sub>・T<sub>8,2</sub>は流量設定信号入力端子、T<sub>9,1</sub>・T<sub>9,2</sub>は入・出力異常警報出力端子、5はスタート(起動)のステップ、6はスタート信号の確認のステップ、7はパターン識別信号及び初期流量設定信号の確認のステップ、8は流量設定信号のステップ変化の開始のステップ、9は入・出力信号の偏差の判別ステップ、10は流量設定信号のステップ状減少のステップ、11は一段前の流量設定信号への切換へのステップ、12は入・出力信号の偏差の判別ステップ、13は流量設定信号のランプ変化の開始のステップ、14は流量設定信号のランプ変化のステップ、15は入・出力信号の偏差の判別ステップ、16は流量設定信号の保持ステップ、17は流量設定信号の保持確認ステップ。

10

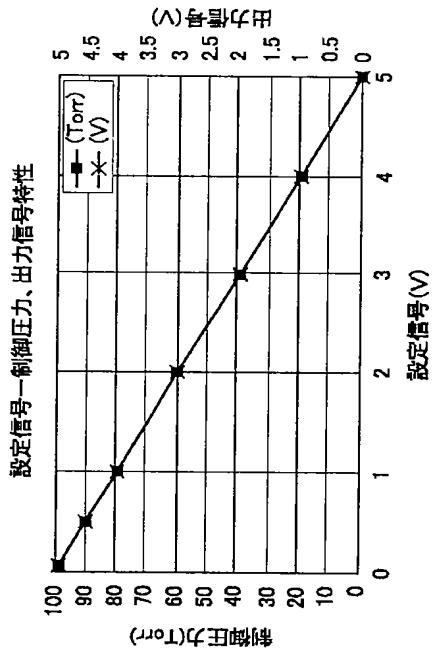
【図1】



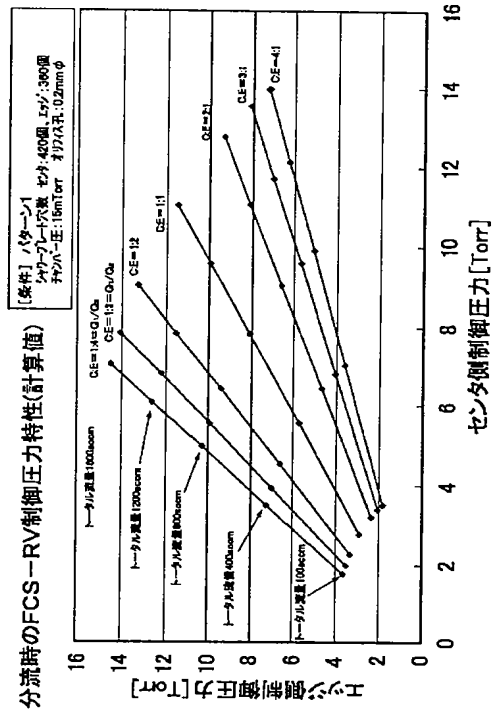
【図2】



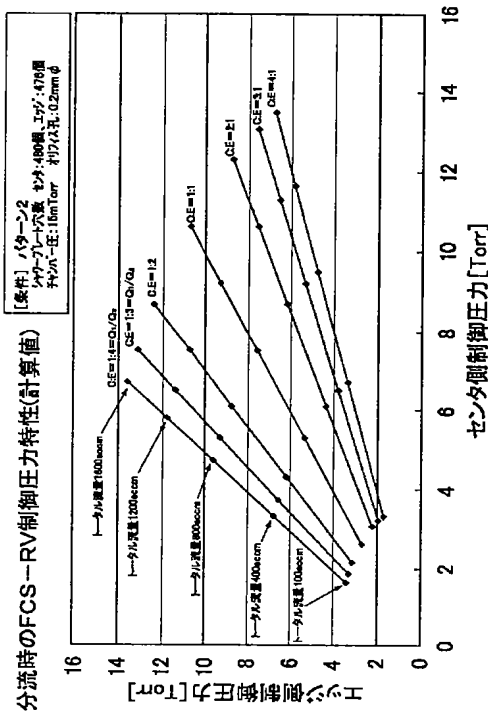
【図 3】



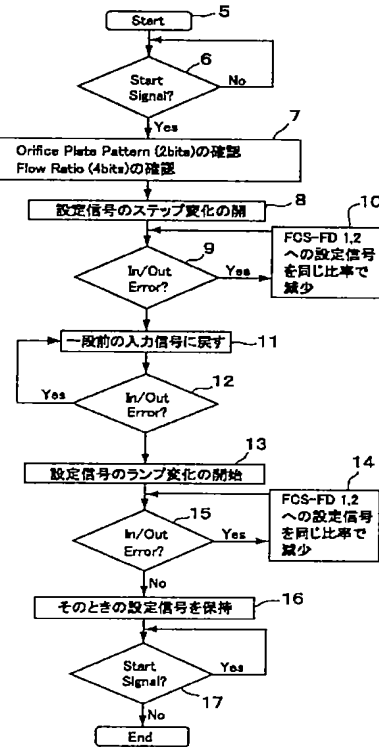
【図 4】



【図 5】

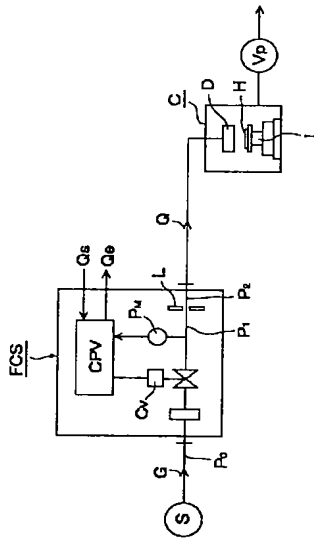


【図 6】

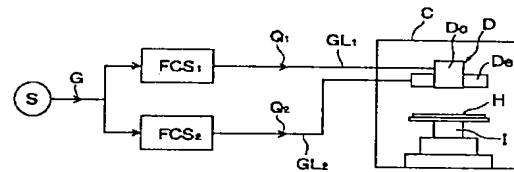




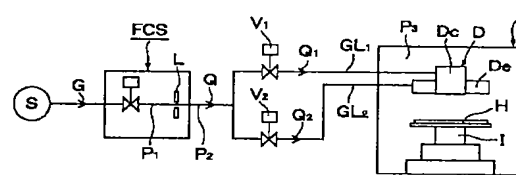
【図 7】



【図 8】



【図 9】



## 【手続補正書】

【提出日】平成14年6月10日(2002.6.10)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 流量制御装置を備えたガス供給設備 1 から所定流量  $Q$  のガス  $G$  を複数の分岐供給ライン  $GL_1$ 、 $GL_2$  及びその末端に固定したシャワープレート 3、4 を通して、チャンバー  $C$  内へ所定の流量比  $Q_1 / Q_2$  でもって分流供給する方法であって、前記複数の分岐供給ライン  $GL_1$ 、 $GL_2$  に圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  を介設すると共に、供給流量の大きい方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブ  $CV$  の開度を全開とする分流量制御盤  $FRC$  からの初期流量設定信号により、前記両分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の開度制御を開始し、前記コントロールバルブ  $CV$  の下流側圧力  $P_3'$ 、 $P_3''$  を夫々調整することによりシャワープレート 3、4 に設けたオリフィス孔 3a、4a を通して、式  $Q_1 = C_1 P_3'$  及び  $Q_2 = C_2 P_3''$  (但し  $C_1$ 、 $C_2$  はオリフィス孔の断面積やオリフィス上流側のガス温度により決まる定数) により表わされる所望の分流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  でもって前記チャンバー  $C$  内へ総量  $Q = Q_1 + Q_2$  のガスを分流供給することを特徴とする流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

【請求項 2】  $CPU$  を備えた分流量制御盤  $FRC$  に起動・停止信号入力端子  $T_2$ 、初期流量設定比信号入力端子  $T_3$ 、シャワープレートの組合せ識別信号入力端子  $T_4$ 、各圧力式分流制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の制御流量信号出力端子  $T_{71}$ 、 $T_{72}$ 、各圧力式分流制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の流量設定入力信号と制御流量出力信号との偏差により信号を発信する入

・出力異常警報出力端子  $T_{9,1}$ 、 $T_{9,2}$  を設けると共に、前記シャワープレート 3、4 の複数の組合せについて、各シャワープレート 3、4 を流量比  $Q_1/Q_2$  でもって総量  $Q = Q_1 + Q_2$  のガス G が流通する際の各圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  のコントロールバルブ CV の下流側圧力  $P_3'$ 、 $P_3''$  を、前記  $Q_1 = C_1 P_3'$  及び  $Q_2 = C_2 P_3''$  の演算式によって複数の総流量  $Q$  について流量比  $Q_1/Q_2$  をパラメータとして算出し、供給流量の大きい方の圧力式分流量制御器  $FV_1$  への初期流量設定信号をコントロールバルブ全開時の入力信号電圧  $V_0$  とするとともに、他方の圧力式分流量制御器  $FV_2$  の初期流量設定信号を前記  $P_3''/P_3' \times V_0$  とし、次に、各シャワープレート 3、4 の組合せの識別信号を前記入力端子 4 へ、また前記両圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  への初期流量設定信号の比  $P_3'/P_3''$  を初期流量比設定信号入力端子  $T_3$  へ夫々入力したあと、両圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の各コントロールバルブ CV を全開状態にした状態でガス供給設備 1 からのガス供給流量  $Q$  を所望流量に設定し、次に、前記起動（スタート）信号入力端子  $T_2$  へ起動信号を入力し（ステップ 5）、起動信号の入力が確認される（ステップ 6）と、前記シャワープレートの組合せ識別信号及び前記初期流量設定比信号の存否を確認し（ステップ 7）、その後前記初期流量設定比信号から求めた両圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の初期流量設定信号  $V_0$ 、 $V_0 \times P_3''/P_3'$  をステップ的に同比率で増加させ（ステップ 8、10）、その時の流量設定入力信号と制御流量出力信号との偏差をチェックし（ステップ 9）、前記入・出力偏差が設定範囲内になれば、各分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  への流量設定信号を入・出力偏差が設定範囲内になる一段前のステップ変化時の流量設定信号の値に戻し（ステップ 11）、引き続き各分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  への流量設定信号を同比率でランプ変化させる（ステップ 13、14）と共に入・出力信号の偏差を連続的にチェックし（ステップ 15）、ランプ変化時の入・出力信号の偏差が設定範囲内になれば、その時の流量設定信号を各分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  への流量設定信号として固定・保持し（ステップ 16）、当該各流量設定信号の下でガス G の分流供給をするようにした請求項 1 に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

【請求項 3】流量設定信号のステップ変化を、初期流量設定値（100%）から 0.5 秒毎に 50%、30%、20%、10% 及び 5% の順にステップ的に両流量設定信号を同比率で増加させるものとした請求項 2 に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

【請求項 4】流量設定信号のランプ変化を、0.5 秒間に両流量設定信号の 10% を同比率で増加させるものとした請求項 2 に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガスの分流供給方法。

【請求項 5】入・出力の偏差がある一定時間以上連続して無くなれば、その時の各流量設定信号を各分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の流量設定信号として固定・保持するようにした請求項 2 に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

【請求項 6】チャンバー C の内圧を 5～30 Torr に、圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の下流側のガス圧を 100 Torr 以下に、総流量  $Q$  を 100 sccm～1600 sccm に、分流流量比  $Q_1/Q_2$  を 1/4、1/2、1/1、2/1、3/1 及び 4/1 とするようにした請求項 1 又は請求項 2 に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

【請求項 7】分流流量  $Q_1$  又は  $Q_2$  の大きい方の圧力式分流量制御器  $FV_1$  又は  $FV_2$  の初期流量設定信号をそのコントロールバルブ CV を全開にするときの電圧入力とすると共に、当該コントロールバルブ CV の全開時の制御電圧入力を  $0_v$  に、また制御電圧範囲を 0～5 v とするようにした請求項 1 又は請求項 2 に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

【請求項 8】分流量制御盤 FRC の各端子の入・出力信号をシリアル通信による入・出力信号とするようにした請求項 2 に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は半導体製造装置等に於いて使用されるものであり、圧力式流量制御装置を備えたガス供給設備からチャンバーへガスを自動分流供給する方法の改良に関するものである。

## 【0002】

## 【従来技術】

半導体製造装置のチャンバーへ供給するガスの流量制御には、所謂圧力式流量制御装置が広く利用されている。

図7はシリコン酸化膜を形成するためのチャンバーCへ圧力式流量制御装置FCSを用いて処理用ガスGを供給する場合の一例を示すものであり、真空ポンプVpにより減圧されたチャンバーC内へ圧力式流量制御装置FCSを通して所定流量Qの処理用ガスGが供給され、ガス放出器Dを通して支持装置I上のウェハーHへ流量Qの処理用ガスGが放出されている。

## 【0003】

一方、前記圧力式流量制御装置FCSは、「臨界膨脹圧力条件 $P_1 > \text{約} 2 \times P_2$ 」が保持されているとき、オリフィスLを流通するガス流量Qは、オリフィス上流側のガス圧力 $P_1$ のみによって決まり、 $Q = C P_1$ （CはオリフィスLの口径やガス温度により決まる定数）なる関係式で表わされる。」ことを利用するものであり、コントロールバルブCVにより前記圧力 $P_1$ を調整することにより、オリフィス下流側の流量Qを所望の設定値に保持するようにしている。

尚、図7に於いて $P_0$ は処理用ガスGの供給圧力、 $P_M$ は圧力計、Fはフィルタ、CPUは演算ユニット、 $Q_s$ は流量設定の入力信号、 $Q_e$ は制御流量の出力信号である。

また、圧力式流量制御装置そのものは特開平8-338546号や特開平11-63265号等により公知であるため、ここではその詳細な説明は省略する。

## 【0004】

上記圧力式流量制御装置FCSでは、前述の通りオリフィス上流側のガス圧力 $P_1$ とオリフィス下流側のガス圧力 $P_2$ とが前記臨界膨脹圧力条件の枠内にあることが必須条件となっており、例えばオリフィス上流側のガス圧力 $P_1$ に比較してオリフィス下流側のガス圧力 $P_2$ の上昇が大きいと、臨界膨脹圧力条件が崩れて流量制御が不能になると云う難点がある。

また、オリフィス下流側の圧力 $P_2$ が上昇し、 $P_1 / P_2$ が前記臨界膨脹圧力条件の限界値に近づいてくると、現実には流量制御精度が低下する。そのため、オリフィス下流側の圧力 $P_2$ が上昇すると、使用可能な流量制御範囲が制約されると云う難点がある。

## 【0005】

このように、圧力式流量制御装置によるガス流量の制御には、オリフィスLの下流側の圧力 $P_2$ が上昇したときに様々な問題を生ずると云う難点があるものの、当該圧力式流量制御装置FCSを用いたチャンバーへのガス供給方法は、高精度なガス流量制御を簡単に行なえるうえ、ガス供給源に高精度な圧力調整装置を別に設ける必要が無いためガス供給設備費の大幅な引下げが可能となり、優れた実用的効用を有するものである。

## 【0006】

一方、近年半導体製造に用いるシリコンウェハの外径が大きくなりつつあり、例えばウェハーHの外径が300mmφになれば、ウェハーの中心部（センター部分）と外周縁部（エッジ部分）への処理ガスの供給量を夫々個別に調整する必要が生じてくる。

これに対応する方策として、前記センター部分への処理ガスの供給とエッジ部分への処理ガスの供給を図8に示すように夫々別個の供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ を用いて行なうようにすれば、圧力式流量制御装置FCSを用いたガス供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ であつてもガス供給源Sから所定の流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ でもって処理ガスGを問題なく供給することが出来る。

## 【0007】

しかし、一基のチャンバーCに対して、夫々独立した圧力式流量制御装置FCS<sub>1</sub>、FCS<sub>2</sub>を有するガス供給ラインGL<sub>1</sub>、GL<sub>2</sub>を用いてガスの供給を行なうことは、半導体製造設備の大形化や設備費の高騰を招くだけでなく、メンテナンス等にも手数が掛かることになり、好ましい方策でない。

#### 【0008】

そのため、図9に示すように、一基の圧力式流量制御装置FCSから二系統のガス供給ラインGL<sub>1</sub>、GL<sub>2</sub>を分岐させ、各ガス供給ラインGL<sub>1</sub>、GL<sub>2</sub>に設けた流量制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>を調整することにより、各ガス供給ラインGL<sub>1</sub>、GL<sub>2</sub>の流量Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>を制御するようにした方式が望ましいことになる。

#### 【0009】

而して、現在汎用されているガス供給設備の圧力式流量制御装置FCSには、一般にオリフィス下流側圧力P<sub>2</sub>が0～100Torrの範囲で最適状態の使用が可能な流量制御特性のものが多く使用されている。そのため、これ等の圧力式流量制御装置FCSに於いては、前述したようにオリフィス下流側圧力P<sub>2</sub>が約100Torrを超えると、流量制御精度の点から流量制御範囲が大幅に制限されることになる。

#### 【0010】

例えば、いま図9に於いて、流量Q=300SCCMの処理ガスGを供給ラインGL<sub>1</sub>及び供給ラインGL<sub>2</sub>を通してQ<sub>1</sub>=130SCCM、Q<sub>2</sub>=170SCCMの流量でチャンバーCへ供給するとする。もしも、ガス供給設備が圧力式流量制御装置FCSを用いないガス供給設備であれば、先ず両制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>を閉にし、次に流量制御装置の処理ガス流量をQ=300SCCMに設定したあと、制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>の開度を調整して、自動的に又は流量計（図示省略）を参照しつつ各流量Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>を設定値に調整する方法を採用することができる。

#### 【0011】

しかし、ガス供給設備の流量制御装置に、図9のように圧力式流量制御装置FCSが用いられている場合には、両制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>を全閉にした状態で先ず圧力式流量制御装置FCSの流量Q（300SCCM）を設定し、その後、両制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>の開度を調整して各分岐供給ラインGL<sub>1</sub>、GL<sub>2</sub>の流量Q<sub>1</sub>（130SCCM）及びQ<sub>2</sub>（170SCCM）を高精度でもって迅速に調整することは困難である。

何故なら、両制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>の開度が低いときには両制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>の上流側圧力P<sub>2</sub>が上昇し、P<sub>1</sub>/P<sub>2</sub>の値が前記圧力式流量制御装置FCSの限界値から外れる可能性があり、その結果、圧力式流量制御装置FCSによる制御流量Qそのものが、設定流量（Q=300SCCM）から大きく異なる流量値となるからである。

#### 【0012】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、従前の圧力式流量制御装置FCSを備えたガス供給設備からのチャンバーCへのガスの分流供給方法に於いて、圧力式流量制御装置FCSにより調整された一定流量QのガスGを、所定の流量Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>でもって分岐供給ラインGL<sub>1</sub>、GL<sub>2</sub>へ分流させる場合に生ずる上述の如き問題、即ち単に各分岐供給ラインGL<sub>1</sub>、GL<sub>2</sub>に介設した流量制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>を全閉（又は深く絞り）状態から順次開放して行くと云う制御方法では、圧力式流量制御装置FCSによる制御流量Qそのものが設定値から大きく外れた流量となる可能性があり、流量Qのみならず流量Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>の調整も著しく困難になるうえ、万うまく調整できたとしても、流量制御精度が低かったり、或いは流量制御に時間が掛かり過ぎると云う問題を解決せんとするものであり、圧力式流量制御装置FCSを備えたガス供給装置からのガスの分流供給であっても、高精度で迅速に、所定流量Qのガスを任意の流量比Q<sub>1</sub>/Q<sub>2</sub>でもって分岐供給できるようにした、圧力式流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法を提供するものである。

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段】

本願発明者等は上記課題を解決するため、従前のこの種ガス供給設備からのガスの分流供

給制御に於ける常とう手段、即ち分岐ラインに介設した各流量制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ を全閉又は深絞り状態から順次開放して行くと言う方策から発想を全く転換し、両方の流量制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ を全開又は全開に近い状態としたところから両流量制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ を閉鎖方向へ向けて段階的に開度制御することにより、圧力式流量制御装置FCSによって総流量 $Q$ を高精度で流量制御しつつ、各分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ の流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ を迅速且つ高精度で所望の流量比 $Q_1/Q_2$ に調整することを着想すると共に、この着想に基づいて多数のガス分流試験を実施した。

#### 【0014】

本願発明は上記着想及び分流試験の結果を基にして創作されたものであり、請求項1の発明は、流量供給装置を備えたガス供給設備1から所定流量 $Q$ のガス $G$ を複数の分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ 及びその末端に固定したシャワープレート3、4を通して、減圧されたチャンバーC内へ所定の流量比 $Q_1/Q_2$ でもって分流供給する方法であって、前記複数の分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ に圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ を介設すると共に、流量の大きい方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブCVの開度を全開とする分流量制御盤FRCからの初期流量設定制御信号により、前記両分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の開度制御を開始し、前記コントロールバルブCVの下流側圧力 $P_3'$ 、 $P_3''$ を夫々調整することによりシャワープレート3、4に設けたオリフィス孔3a、4aを通して、式 $Q_1 = C_1 P_3'$ 及び $Q_2 = C_2 P_3''$ （但し $C_1$ 、 $C_2$ はオリフィス孔の断面積やオリフィス上流側のガス温度により決まる定数）により表わされる所望の分流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ でもって前記チャンバーC内へ総量 $Q = Q_1 + Q_2$ のガスを分流供給することを発明の基本構成とするものである。

#### 【0015】

請求項2の発明は、請求項1の発明に於いて、CPUを備えた分流量制御盤FRCに起動・停止信号入力端子 $T_2$ 、初期流量設定比信号入力端子 $T_3$ 、シャワープレートの組合せ識別信号入力端子 $T_4$ 、各圧力式分流制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の制御流量信号出力端子 $T_{7,1}$ 、 $T_{7,2}$ 、各圧力式分流制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の流量設定入力信号と制御流量出力信号との偏差により信号を発信する入・出力異常警報出力端子 $T_{9,1}$ 、 $T_{9,2}$ を設けると共に、前記シャワープレート3、4の複数の組合せについて、各シャワープレート3、4を流量比 $Q_1/Q$ でもって総量 $Q = Q_1 + Q_2$ のガス $G$ が流通する際の各圧力式分流制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ のコントロールバルブCVの下流側圧力 $P_3'$ 、 $P_3''$ を、前記 $Q_1 = C_1 P_3'$ 及び $Q_2 = C_2 P_3''$ の演算式によって複数の総流量 $Q$ について流量比 $Q_1/Q_2$ をパラメータとして算出し、流量の大きい方の圧力式分流量制御器 $FV_1$ への初期流量設定信号をコントロールバルブ全開時の入力信号電圧 $V_0$ とするとともに、他方の圧力式分流量制御器 $FV_2$ の初期流量設定信号を前記 $P_3''/P_3' \times V_0$ とし、次に、各シャワープレート3、4の組合せの識別信号を前記入力端子4へ、また前記両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への初期流量設定信号の比 $P_3''/P_3'$ を初期流量比設定信号入力端子 $T_3$ へ夫々入力したあと、両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の各コントロールバルブCVを全開状態にした状態でガス供給設備1からのガス供給流量 $Q$ を所望流量に設定し、次に、前記起動（スタート）信号入力端子 $T_2$ へ起動信号を入力し（ステップ5）、起動信号の入力が確認される（ステップ6）と、前記シャワープレートの組合せ識別信号及び前記初期流量設定比信号の存否を確認し（ステップ7）、その後前記初期流量設定比信号から求めた両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の初期流量設定信号 $V_0$ 、 $V_0 \times P_3''/P_3'$ をステップ的に同比率で増加させ（ステップ8、10）、その時の流量設定入力信号と制御流量出力信号との偏差をチェックし（ステップ9）、前記入・出力偏差が設定範囲内になれば、各分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への流量設定信号を入・出力偏差が設定範囲内になる一段前のステップ変化時の流量設定信号の値に戻し（ステップ11）、引き続き各分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への流量設定信号を同比率でランプ変化させる（ステップ13、14）と共に入・出力信号の偏差を連続的にチェックし（ステップ15）、ランプ変化時の入・出力信号の偏差が設定範囲内になれば、その時の流量設定信号を各分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への流量設定信号として固定・保持し（ステップ16）、当該

各流量設定信号の下でガスGの分流供給をするようにしたものである。

【0016】

請求項3の発明は、請求項2の発明に於いて、流量設定信号のステップ変化を、初期流量設定値（100%）から0.5秒毎に50%、30%、20%、10%及び5%の順にステップ的に両流量設定信号を同比率で増加させるものとしたものである。

【0017】

請求項4の発明は、請求項2の発明に於いて流量設定信号のランプ変化を、0.5秒間に両流量設定信号の10%を同比率で増加させるものとしたものである。

【0018】

請求項5の発明は、請求項2の発明に於いて、入・出力の偏差がある一定時間以上連続して無くなれば、その時の各流量設定信号を各分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>の流量設定信号として固定・保持するようにしたものである。

【0019】

請求項6の発明は、請求項1又は請求項2の発明に於いて、圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>の下流側のガス圧を100 Torr以下に、総流量Qを100 sccm～1600 sccmに、分流流量比Q<sub>1</sub>/Q<sub>2</sub>を1/4、1/2、1/1、2/1、3/1及び4/1とするようにしたものである。

【0020】

請求項7の発明は、請求項1又は請求項2の発明に於いて、分流流量Q<sub>1</sub>又はQ<sub>2</sub>の大きい方の圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>又はFV<sub>2</sub>の初期流量設定信号をそのコントロールバルブCVを全開にするときの電圧入力とすると共に、当該コントロールバルブCVの全開時の制御電圧入力を0vに、また制御電圧範囲を0～5vとするようにしたものである。

また、請求項8の発明は、請求項2の発明に於いて、分流量制御盤FRCの各端子の入・出力信号をシリアル通信による入・出力信号とするようにしたものである。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施形態を説明する。

図1は、本発明に係る圧力式流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法を説明する全体系統図である。

図1に於いて、1はガス供給設備であり、処理用ガスGの供給源Sとガス元弁V。と圧力式流量制御装置FCS等から形成されている。

また、2は分流量制御装置であり、圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>及び分流量制御盤FRC等から形成されている。

【0022】

更に、図1に於いて、Cはチャンバー、Dはガス放出器、Dcはセンター部用ガス放出器、Deはエッジ部用ガス放出器、GL<sub>1</sub>はセンター部用分岐供給ライン、GL<sub>2</sub>はエッジ部用分岐供給ライン、Qは総ガス流量、Q<sub>1</sub>・Q<sub>2</sub>は分流量、P<sub>2</sub>は圧力式流量制御装置FCSのオリフィス下流側の圧力、P<sub>3</sub>'・P<sub>3</sub>"は圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>の出口側の圧力、P<sub>3</sub>はチャンバーC内の圧力、3はセンター部用ガス放出器Dcのシャワープレート、3aはシャワープレートに設けたオリフィス孔、4はエッジ部用ガス放出器Deのシャワープレート、4aはシャワープレートに設けたオリフィス孔である。

【0023】

加えて、図1に於いてEL<sub>1</sub>・EL<sub>2</sub>は分流量制御盤FRCと圧力式分流量制御器FV<sub>1</sub>、FV<sub>2</sub>との信号接続ライン、T<sub>1</sub>は電源入力端子、T<sub>2</sub>は起動・停止信号入力端子、T<sub>3</sub>は初期の流量比設定信号の入力端子、T<sub>4</sub>はオリフィスプレートの組み合わせ識別信号の入力端子、T<sub>5</sub>は自動零点調整用信号の入力端子、T<sub>6</sub><sub>1</sub>、T<sub>6</sub><sub>2</sub>は自動零点設定エラー信号の出力端子、T<sub>7</sub><sub>1</sub>・T<sub>7</sub><sub>2</sub>は制御流量信号の出力端子（P<sub>3</sub>'・P<sub>3</sub>"相当の出力電圧）、T<sub>8</sub><sub>1</sub>・T<sub>8</sub><sub>2</sub>は流量設定信号の入力端子、T<sub>9</sub><sub>1</sub>・T<sub>9</sub><sub>2</sub>は入・出力異常警報の出力端子である。

【0024】

前記ガス供給設備 1 は、処理用ガス供給源（供給圧力 250 KPaG 以上）S 及び前記図 7 に示した複数の圧力式流量制御装置 FCS 等から形成されており、圧力式流量制御装置 FCS の制御装置（CPU）へ所定の流量設定信号  $Q_s$  を入力することにより、コントロールバルブ CV によってオリフィス L の上流側圧力  $P_1$  が調整され、オリフィス下流側の流量  $Q$  が自動的に設定流量  $Q_s$  に調整される。

また、制御装置（CPU）からは、調整された流量に対応する制御流量出力信号  $Q_e$  が出力され、万一、流量設定入力信号  $Q_s$  と前記制御流量出力信号  $Q_e$  との間の偏差が規定時間を越えて設定値をオーバーすれば、図 7 には図示されていないが、後述するように CPU から入・出力偏差異常信号が発信される。

#### 【0025】

前記分流量制御装置 2 は、複数の圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  と、これ等を制御する分流量制御盤 FRC と、各圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  に接続されたオリフィスプレート 3、4 等から形成されている。

尚、図 1 の実施形態では圧力式分流量制御器を 2 台としているが、これを 2 台以上としてもよいことは勿論であり、この場合にはオリフィスプレートの方も当然 2 枚以上或いは 2 個所以上の供給口となる。

#### 【0026】

又、前記圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  は前記図 7 に示した圧力式流量制御装置 FCS の基本構成に於けるオリフィスプレート L を取り除き、その代替としてセンター部用オリフィスプレート 3（又はエッジ用オリフィスプレート 4）のオリフィス孔 3a（又は 4a）を活用するようにしたものである。

即ち、当該圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  は図 2 に示すような構成になっており、本実施態様に於いてはコントロールバルブ CV として電磁弁駆動型のメタルダイヤフラムバルブが使用されており、流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  が大流量の場合でも容易に対応できるようにしている。

#### 【0027】

尚、上記圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の作動は、流量制御装置 FCS の場合と全く同一であり、図 2 に於いてチャンバー C 内の圧力  $P_3$  とセンター部用オリフィスプレート 3 のオリフィス孔 3a より上流側の圧力  $P_3'$  との間に  $P_3' > 2P_3$  の関係が保持されていれば、コントロールバルブ CV によって圧力  $P_3'$  を調整することにより、 $Q_1 = C P_3'$  によって分流量  $Q_1$  が制御されることになる。尚、C はオリフィス孔 3a の断面積やその形態、ガス温度等から決まる定数である。

#### 【0028】

図 2 を参照して、前記分流量制御盤 FRC は、電源入力端子  $T_1$ 、起動・停止（両  $FV_1$ 、 $FV_2$  のコントロールバルブ CV を全開にする）信号の入力端子  $T_2$ 、初期の流量設定比信号入力端子  $T_3$ 、後述するシャワープレートの組合せ識別番号の入力端子  $T_4$ 、自動零点調整信号の入力端子  $T_5$ 、自動零点調整エラー信号の出力端子  $T_{6.1}$ ・ $T_{6.2}$ 、制御流量信号の出力端子  $T_{7.1}$ ・ $T_{7.2}$ 、設定流量信号  $Q_1$ 、 $Q_2$  の入力端子  $T_{8.1}$ ・ $T_{8.2}$ 、入・出力異常警報の出力端子  $T_{9.1}$ ・ $T_{9.2}$  等が設けられており、信号接続ライン  $EL_1$ 、 $EL_2$  を介して各圧力式流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  と接続されている。

#### 【0029】

即ち、前記入力端子  $T_2$  へ起動信号が入力されると、各圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  は予かじめ設定された初期の設定流量比によって作動する（即ち、後述するように分流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  の大きい方の分流量制御器のコントロールバルブ CV が全開に、他方の分流量制御器のコントロールバルブ CV の開度が全開  $\times$  予かじめ計算された 1 以下の係数に夫々調整される。）

また、入力端子  $T_2$  の停止信号が入力されると、両圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  のコントロールバルブ CV は全開状態となる。

更に、前記入力端子  $T_2$  へ起動信号が入力される前に、一般には自動零点調整信号入力端子  $T_5$  へ零点調整信号が入力され、両圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の自動零点調整

が行なわれる。当該自動零点調整が規定通り実施されない場合には、自動零点調整エラー信号出力端子  $T_{6,1} \cdot T_{6,2}$  へ警報が出力される。

#### 【0030】

前記初期流量比設定信号入力端子  $T_3$  へは、各分岐供給ライン  $GL_1$ 、 $GL_2$  への供給流量比  $Q_1/Q_2$  を基にして、後述する表 1 に記載の各数値を用いて演算した初期流量比設定信号が入力される。

尚、本実施形態では、前記流量比  $Q_1/Q_2$  は  $1/1$ 、 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $1/4$ 、 $2/1$ 、 $3/1$  及び  $4/1$  の何れかに設定可能であり、これを基にして演算した初期流量比設定信号が 4 Bit のデジタル信号の型で入力端子  $T_3$  へ入力される。尚、流量比  $Q_1/Q_2$  と初期流量設定比信号とが同一の値でないことは、勿論である。

また、前記表 1 に記載の各数値は、後述するように、各分岐ガス供給ラインの末端に接続されるシャワープレート 3、4 のオリフィス孔  $3a \cdot 4a$  の口径やその数から、前記所定の流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  のガス G を放出させるのに必要とするオリフィス孔  $3a \cdot 4a$  の上流側の制御圧力  $P_3'$ 、 $P_3''$  を演算し、その演算した必要とする各上流側制御圧力  $P_3'$  と  $P_3''$  との比  $P_3''/P_3'$  を示すものである。

#### 【0031】

前記端子  $T_4$  へは各ガス放出器 Dc、De のシャワープレート（オリフィスプレート）3、4 の組合せを識別表示する信号が入力される。即ち、本実施形態では、前記センター部用シャワープレート 3 として 420 個のオリフィス孔  $3a$  を有するものと、480 個のオリフィス孔  $3a$  を有するものの二種類が用意されている。同様にエッジ部用シャワープレート 4 としてオリフィス孔  $4a$  が 360 個のものと 476 個のものが二種類用意されている。

#### 【0032】

前記シャワープレート 3、4 の組合せとしては 420 個のオリフィス孔  $3a$  を有するシャワープレート 3 と 360 個のオリフィス孔  $4a$  を有するシャワープレート 4 との組合せ（以下パターン 1 と呼ぶ）及び 480 個のオリフィス孔  $3a$  を有するシャワープレート 3 と 476 個のオリフィス孔  $4a$  を有するシャワープレート 4 との組合せ（以下パターン 2 と呼ぶ）の二種類が予かじめ決められており、前記パターン 1 及びパターン 2 を表示する 2 Bit のデジタル信号が前記端子 4 へ入力される。

#### 【0033】

前記制御流量出力信号端子  $T_{7,1} \cdot T_{7,2}$  は、作動中の両圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の制御流量（実流量） $Q_1$ 、 $Q_2$  を表示するための出力端子であり、制御流量（実流量） $Q_1$ 、 $Q_2$  が電圧出力（0～5 v）の型で出力される。

#### 【0034】

前記流量設定信号入力端子  $T_{8,1} \cdot T_{8,2}$  は、各分岐供給ライン  $GL_1$ 、 $GL_2$  へ供給する流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  に対応する 0～5 v の電圧信号の入力端子である。

尚、上流側の圧力式流量制御装置 FCS で総流量  $Q$  が設定され、且つ端子  $T_3$  へ流量比  $Q_1/Q$  を基にして演算した初期流量設定比信号が入力されるため、各分流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  の流量設定信号の大きさは内部の CPU で自動的に演算することが出来る。その結果、前記入力端子  $T_{8,1} \cdot T_{8,2}$  への流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  の流量設定信号を予かじめ入力することは現実には不要となるが、万一上流側の圧力式流量制御装置 FCS により総流量  $Q$  を高精度で設定出来ない場合や処理用ガス供給源 S から直接に各圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  へガス供給を行なう場合に備え、各圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  に夫々流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  を単独で設定できる方がベターである。そのため、前記入力端子  $T_{8,1} \cdot T_{8,2}$  を設ける方がより望ましい。

#### 【0035】

前記入・出力異常警報出力端子  $T_{9,1} \cdot T_{9,2}$  は、流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  の設定流量信号と制御流量信号（実流量  $Q_1$ 、 $Q_2$ ）とを対比し、設定流量信号と実際の制御流量信号との間の偏差が所定時間経過後に於いても規定値以上の値であれば、異常信号が発せられる。

尚、上記実施形態に於いては、所定の大きさの入・出力信号を分流量制御盤 FRC の各端



子に直接入・出力するようにしているが、各端子の入・出力信号をシリアル通信による入・出力信号としてもよいことは勿論である。

#### 【0036】

尚、前記両圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  に於ける分流量の制御は、前述の通りコントロールバルブ  $CV$  により、その下流側圧力  $P_3'$ 、 $P_3''$  を調整することにより行なわれており、本実施形態では、流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  の設定信号 ( $0 \sim 5$  v) と制御圧力  $P_3$  (Torr) と実流量 (制御流量) の出力信号 ( $0 \sim 5$  v) との間に、図3の如き特性を備えた圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  が使用されている。

#### 【0037】

また、図4は、センター部用ガス放出器  $D_c$  のシャワープレート3として内径  $0.2$  mm  $\phi$  のオリフィス孔420個を有するもの及びエッジ部用ガス放出器  $D_e$  のシャワープレート4として内径  $0.2$  mm  $\phi$  のオリフィス孔360個を有するものを組み合わせ使用した場合 (パターン1) に於けるトータル流量 (全流量)  $Q$  とセンター部用の圧力式分流量制御器  $FV_1$  の制御圧力 ( $P_3'$ ) とエッジ部用圧力式分流量制御器  $FV_2$  の制御圧力 ( $P_3''$ ) との関係を、流量比 ( $C/E = Q_1/Q_2$ ) をパラメータにして計算した数値をグラフ表示したものであり、例えば  $Q_1/Q = 1$  で  $Q = 1600$ 、 $1200$ 、 $800$ 、 $400$  及び  $100$  SCCM とした場合、センター部側の制御圧力  $P_3'$  とエッジ部側の制御圧力  $P_3''$  との比  $P_3''/P_3'$  の平均値は  $0.961$  となる。

#### 【0038】

同様に、図5は、センター部用ガス放出器  $D_c$  のシャワープレート3として内径  $0.2$  mm  $\phi$  のオリフィス孔480個を有するもの及びエッジ部用ガス放出器  $D_e$  シャワープレート4として内径  $0.2$  mm  $\phi$  のオリフィス孔4aを476個を有するものを組み合わせ使用した場合 (パターン2) に於ける図4と同一の計算値をグラフ表示したものであり、例えば  $Q_1/Q_2 = 1$  で  $Q = 1600$ 、 $1200$ 、 $800$ 、 $400$  及び  $100$  SCCM の場合、センター部側の制御圧力  $P_3'$  とエッジ部側の制御圧力  $P_3''$  との比  $P_3''/P_3'$  の平均値は  $0.999$  となる。

#### 【0039】

尚、表1は、図4及び図5に表示したパターン1及びパターン2に於ける各流量比  $Q_1/Q$  と、センター部側制御圧力  $P_3'$  とエッジ部側制御圧力  $P_3''$  の比 ( $P_3''/P_3'$ ) との関係を示す計算値をまとめたものである。例えば図1に於いて、使用するシャワープレート3、4の組み合わせをパターン1とし且つ流量比  $Q_1/Q_2$  を1とした場合にはセンター部用圧力式分流量制御器  $FV_1$  の制御圧力  $P_3'$  とエッジ部圧力式分流量制御器  $FV_2$  の制御圧力  $P_3''$  との比  $P_3''/P_3'$  は計算上  $0.961$  になることを示している。また、ここでは、上記  $Q$ 、 $Q_1/Q_2$  及び  $P_3''/P_3'$  との関係を下記のコンダクタンスの計算式を用いて演算している。

即ち、管路に流れるガスの流量  $Q$  は、 $Q = C \times (P_1 - P_2) \cdots \blacktriangle 1 \blacktriangledown$ 、 $C = 182 \times D^4 \times (P_1 + P_2) / 2 \times 1 / L \cdots \blacktriangle 2 \blacktriangledown$  として表わされる。但し、 $C$  はコンダクタンス ( $L/sec$ )、 $D$  は配管径 (cm)、 $L$  は配管長さ (cm)、 $P_1$  は配管上流圧 (Torr)、 $P_2$  は配管下流圧 (Torr)、 $Q$  は流量 (Torr  $\cdot$  L/sec) である。

上記  $\blacktriangle 1 \blacktriangledown$  及び  $\blacktriangle 2 \blacktriangledown$  に於いて、 $D$  としてシャワープレートのオリフィス孔の外径を、 $L$  としてシャワープレートのオリフィス孔の長さを、下流側圧力  $P_2$  としてチャンバー内圧 ( $P_3 = 0.015$  Torr) を、流量  $Q$  としてオリフィス孔1個当りの流量を夫々利用することにより、シャワープレートの上流側管路の内圧 ( $P_3'$  及び  $P_3''$ ) を演算したものである。

#### 【0040】

#### 【表1】

流量比 $Q_1 / Q_2$	パターン 1	パターン 2	初期の流量比設定
	制御圧力比 $P_3 / P_3'$	制御圧力比 $P_3 / P_3'$	
1/1	0.961	0.999	流量 $Q_2$ 側の FCS $V_2$ は全開 状態 (初期設定入 力信号 = 5 V)
1/2	0.679	0.705	
1/3	0.557	0.578	
1/4	0.481	0.498	
2/1	0.736	0.707	流量 $Q_1$ 側の FCS $V_1$ は全開 状態 (初期設定入 力信号 = 0 V)
3/1	0.601	0.579	
4/1	0.520	0.500	

## 【0041】

以下、本願発明によるチャンバーへのガスの分流供給方法について説明する。図1及び図2を参照、分流量制御盤ERCの入力端子 $T_2$ へ起動信号が入力されていない場合には、両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 及び $FV_2$ のコントロールバルブCVは全開状態となっている。その結果、ガス供給源Sから、圧力式流量制御装置FCSにより流量Qに調整されて供給されて来た処理用ガスGは、両分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ を通して、各シャワープレート3、4のノズル孔3a、3bの全面積比にほぼ対応した比率で流通する。

## 【0042】

次に、前記総流量QのガスGを所定の比率 $Q_1 / Q_2$ （例えば $Q_1 / Q_2 = 2 / 1$ ）で分流供給するためには、先ず各分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ の末端に接続されているガス放出器Dc、Deのシャワープレート3、4の組合せパターンの識別信号（パターン1）を入力端子 $T_4$ へ入力すると共に、所望の流量比 $Q_1 / Q_2$ から、前記表1に基づいて初

期の流量比設定信号を求め、これを入力端子 $T_3$ へ入力する。

即ち、シャワープレート3、4の組合せパターンがパターン1で且つ分流比 $Q_1/Q_2 = 2/1$ の場合、センター側の圧力式分流量制御器 $FV_1$ への流量設定信号は表1から $5 - 1.000 \times 5 = 0V$ となり、またエッジ側の圧力式分流量制御器 $FV_2$ の初期流量設定信号入は表1から $5 - 0.736 \times 5 = 1.32V$ となる。従って、この場合には、初期流量設定比信号として、入力端子 $T_3$ へ $0/1.32$ が入力される。

#### 【0043】

尚、本実施形態では、予かじめ表1を用いて両圧力式分流量制御器へ入力する初期流量設定比を演算し、これを入力端子 $T_3$ へ入力するようにしているが、流量設定信号入力端子 $T_{81} \cdot T_{82}$ を設けてこれに分流流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ を夫々入力すると共に、内部のCPUに予かじめ表1のデータを記憶させておき、CPU内で前記初期流量設定比 $0/1.32$ を演算させるようにしてもよい。

また、分流供給の開始前に自動零点調整用信号を入力端子 $T_5$ へ加え、各圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の自動零点調整が行なわれることは勿論である。

#### 【0044】

図6を参照して、スタート(ステップ5)操作によって起動(スタート)信号が端子 $T_2$ へ加えられると、スタート信号の存否が確認される(ステップ6)。スタート信号の入力が確認されると、端子4へ入力されたシャワープレートの組合せ識別信号(パターン信号)の存否並びに端子3へ入力された初期流量設定比信号の存否が確認される(ステップ7)。

#### 【0045】

初期流量設定比信号の入力が確認されると、当該初期流量設定比信号のステップ状変化が開始される(ステップ8)。

即ち、初期流量設定比信号が端子 $T_3$ へ入力されると(本実施例の場合、初期流量設定比の値が $0.736$ であって、 $FV_1$ の初期流量設定値 $=0V$ 、 $FV_2$ の初期流量設定値 $=1.325V$ )、各圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ へ初期流量設定値が入力され、両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ が初期流量設定値に応じた流量のガスを流通させると共に、その時の流量に対応する制御流量出力信号を端子 $T_{71} \cdot T_{72}$ へ出力する。

#### 【0046】

当該各圧力式分流量制御器の制御流量出力信号はステップ9でその流量設定入力信号と対比され、入・出力信号の間に偏差があるか否かがチェックされる。

#### 【0047】

入・出力信号の間の偏差が所定時間の間だ設定値を越えていると、各分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への流量設定信号をステップ状に同じ比率で増加させる(ステップ10)。具体的には、高流量 $Q_1$ 側の分流量制御器 $FV_1$ 側への流量設定信号の入力値を $100\% \rightarrow 50\% \rightarrow 30\% \rightarrow 20\% \rightarrow 10\% \rightarrow 5\% / 0.5$ 秒の割合でステップ的に増加させると共に、低流量 $Q_2$ 側の分流量制御器 $FV_2$ への流量設定信号入力を同じ流量比になるように調整する。

即ち、本実施例では、初期流量比設定値が $0.736 (3.68/5)$ (前記 $FV_1$ の初期流量設定値 $=0 (5-5=0)V$ 、 $FV_2$ の初期流量設定値 $=1.32 (5-3.68=1.32)V$ )であり、前記各初期流量設定値 $0 (5-5=0)V$ 、 $1.32 (5-3.68=1.32)V$ が同じ比率で $50\% \rightarrow 30\% \rightarrow 20\% \rightarrow 10\% \rightarrow 5\% / 0.5$ 秒の割合でステップ状に増加され、第1段の $50\%$ 変化により、初期流量比設定は $2.5 (5-5 \times 0.5 = 2.5) / 3.16 (5-2.5 \times 0.736 = 3.16)$ に増加され、その後 $0.5$ 秒経過毎に $3.5 (5-5 \times 0.3) / 3.896 (5-1.5 \times 0.736)$ (第2段)、 $4.0 (5-5 \times 0.2) / 4.264 (5-1 \times 0.736)$ (第3段)、 $4.5 (5-5 \times 0.1) / 4.632 (5-0.5 \times 0.736)$ (第4段)、 $4.75 (5-5 \times 0.05) / 4.816 (5-0.25 \times 0.736)$ (第5段)の順にステップ状変化が繰り返される。

#### 【0048】

前記流量設定信号入力 of ステップ 9 の入・出力信号の偏差が設定範囲内の値になると、ステップ 11 で各分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  への設定流量信号の入力値が、一段前のステップ変化の信号入力値に戻され、再度入・出力信号の偏差の存否がチェックされる (ステップ 12)。

尚、前記ステップ 9 の入・出力信号の偏差が、約 0.5 秒間に亘ってフルスケール (即ち 5 V) の 3 % に相当する値を超える場合には、偏差の異常があると判断され、次段階のステップ状態変化が行なわれる。

#### 【0049】

前記ステップ 12 で入・出力信号間の偏差の存在が確認されると、引き続きその時の流量設定信号から、各分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  への流量設定信号入力を同じ比率でランプ変化させる (ステップ 13) ランプ制御が開始される。

当該流量設定信号のランプ変化は、具体的には高流量  $Q_1$  側の分流量制御器  $FV_1$  への流量設定信号入力を 10 % / 0.5 秒のランプ変化で変動させると共に、低流量  $Q_2$  側の分流量制御器  $FV_2$  への流量設定信号入力を同一比率で連続的に増加させ (ステップ 14)、ランプ変化後の流量切低信号入力とその時の制御流量信号出力との間の偏差をステップ 15 でチェックする。

#### 【0050】

例えば、前記実施例において、ステップ 10 の第 4 段 (即ち、流量設定比 4.5 / 4.632) に於いて入・出力間の偏差が無くなったとすると、各分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  への流量設定信号がステップ 10 の第 3 段 (流量設定比 4.0 / 4.264) の状態に一旦戻され、圧力式分流量制御器  $FV_1$  への流量設定入力を 4.0 V 及び圧力式分流量制御器  $FV_2$  への流量設定入力を 4.264 V とした (ステップ 11) うえ、再度ステップ 12 において入・出力信号間の偏差の存否が確認されたあと、ステップ 13 に於いて流量設定信号のランプ変化が開始され、前記圧力式分流量制御器  $FV_1$  への流量設定信号入力 4.0 V が 0.5 V / 0.5 sec の割合でランプ変化されると共に、圧力式分流量制御器  $FV_2$  への流量設定信号入力 4.264 V も 0.5 v  $\times$  0.736 = 0.368 V / 0.5 sec の割合で増加される。

#### 【0051】

前記ランプ変化された流量設定信号入力とその時の制御流量信号出力との偏差がステップ 15 でチェックされ、両者の間の偏差が連続して一定時間の間、例えば 0.1 秒間無くなれば (即ち、規定値以下になれば)、ステップ 16 に於いて各分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  への設定流量信号入力が、ステップ 14 の時の流量設定入力信号値に夫々固定・保持される。

#### 【0052】

そして、最後にステップ 17 に於いて、前記固定・保持した設定流量信号の入力の存否が確認され、これによってガス供給源 S からの原料ガス (流量 Q) を分流供給するための各分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の自動分流量制御が完了する。

即ち、ガス供給源 S からの所定流量 Q の原料ガス G は、所定の流量比  $Q_1 / Q_2$  に分流され、ガス放出器 Dc、De を通してチャンバー C 内ウエハー H へ供給されていく。

#### 【0053】

##### 【発明の効果】

本発明に於いては、圧力式流量制御装置 FCS を備えたガス供給設備からの流量 Q の処理用ガス G を圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  を通して圧力チャンバー C 内へ分流供給すると共に、分流量の大きい方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブ CV の開度を全開とする分流量制御盤 FRC からの初期流量設定信号によって圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の流量制御を開始すると共に、前記各コントロールバルブ CV の下流側圧力  $P_3$ 、 $P_3'$ 、 $P_3''$  を調整することによりチャンバー C 内に設けたシャワープレート 3、4 のオリフィス孔 3a、4a を活用し、両圧力式分流量制御器  $FV_1$ 、 $FV_2$  の流量  $Q_1$ 、 $Q_2$  を  $Q_1 = C_1 P_3'$ 、 $Q_2 = C_2 P_3''$  (但し、 $C_1$ 、 $C_2$  は定数) で表わされる分流量をもって、流量 Q の処理用ガス G を分流供給する構成としている。

その結果、本発明に於いては、圧力式流量制御装置FCSを備えたガス供給設備1からの処理用ガスであっても、分流時に圧力式流量制御装置FCSのオリフィス下流側の圧力 $P_2$ が大幅に上昇することが皆無となり、結果として総流量 $Q$ を圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ による分流制御と無関係に正確に所望流量値に制御することが可能となる。

【0054】

また、本発明ではチャンバーC内に設けたシャワープレート3、4のオリフィス孔3a、4aを有効に圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ の構成材料として活用し、両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ を実質的に圧力式流量制御装置FCSと同一のものとしているため、本方法発明の実施が極めて容易にしかも安価な設備費でもって行なえる。

【0055】

更に、本願方法発明にあつては、初期流量設定信号によって、流量の大きい方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブを全開に、また他方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブの開度を全開 $\times \alpha$  ( $\alpha$ は最終流量比 $Q_2/Q_1$ に応じてあらかじめ算定した計算上の開度比率 $P_3''/P_3'$ )として分流量制御を開始し、前記流量設定信号を先ずステップ状に変化させ分流比 $Q_1/Q_2$ の粗調整を行なうと共に、入・出力信号間の偏差が規定内に納まると引き続き1段前のステップ調整の流量設定信号に戻したところから流量設定信号をランプ状に変化させ、流量設定入力信号と制御流量出力信号との対比を行なつて、両入・出力信号間の偏差が所定時間内に設定値以下となった場合に、各流量設定信号を両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ への最終的な流量設定信号として固定保持す構成としている。

その結果、本方法発明に於いては、極めて迅速且つ正確に、しかも数多くの流量比 $Q_2/Q_1$ について、両圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ による分流制御を行なうことが可能となる。

本発明は上述の通り優れた実用的効用を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る流量制御装置を備えたガス供給装置によるチャンバーへのガス分流供給方法を説明する全体系統図である。

【図2】圧力式分流量制御器 $FV_1$ の構成図である。

【図3】圧力式分流量制御器 $FV_1$ の流量設定信号と流量制御圧力及び流量出力信号の関係を示す特性曲線である。

【図4】図1の分流供給に於いて、使用するシャワープレート3、4の組合せをパターン1とした場合の、両圧力式分流量制御器の流量制御圧力( $P_3'$ 、 $P_3''$ )と全流量 $Q$ と分流比 $Q_1/Q_2$ との関係を示す線図(計算値)である。

【図5】使用するシャワープレート3、4の組合せをパターン2とした場合の、図4と同一の関係を示す線図(計算値)である。

【図6】チャンバーへのガスの分流供給方法を説明する圧力式流量制御装置によるガスの分流制御のフローチャートである。

【図7】従前の圧力式流量制御装置FCSを用いたチャンバーCへの処理ガスの供給方法を示す説明図である。

【図8】単独のガス供給源Sから複数の圧力式流量制御装置を用いてチャンバーCへ処理ガスを分流供給する場合の、説明図である。

【図9】圧力式流量制御装置を備えたガス供給源から、制御弁を用いてチャンバーCへ処理ガスを分流供給する場合の説明図である。

【符号の説明】

1はガス供給設備、Sは処理用ガス供給源、 $V_0$ はガス元弁、FCSは圧力式流量制御装置、Gは処理用ガス、2は分流量制御装置、 $FV_1$ は圧力式分流量制御器(N $\circ$ 1分流量制御器)、 $FV_2$ は圧力式分流量制御器(N $\circ$ 2分流量制御器)、FRCは分流量制御盤、Cはチャンバー、Dはガス放出器、Dcはセンター部用ガス放出器、3はセンター部用シャワープレート、3aはオリフィス孔、Deはエッジ部用ガス放出器、4はエッジ部用シャワープレート、4aはオリフィス孔、 $GL_1$ はセンター部用分岐供給ライン、 $GL_2$ は

エッジ部用分岐供給ライン、 $Q$ は総ガス流量、 $Q_1$ は分流流量、 $Q_2$ は分流流量、 $EL_1$ ・ $EL_2$ は信号接続ライン、 $T_1$ は電源入力端子(DC15V)、 $T_2$ は起動・停止信号入力端子、 $T_3$ は初期の流量設定比信号の入力端子(4ビット入力)、 $T_4$ はシャワープレート of の組合せ識別信号入力端子(2ビット)、 $T_5$ は自動零点調整用信号の入力端子、 $T_{6,1}$ ・ $T_{6,2}$ は自動零点設定エラー信号の出力端子、 $T_{7,1}$ ・ $T_{7,2}$ は制御流量信号出力端子、 $T_{8,1}$ ・ $T_{8,2}$ は流量設定信号入力端子、 $T_{9,1}$ ・ $T_{9,2}$ は入・出力異常警報出力端子、5はスタート(起動)のステップ、6はスタート信号の確認のステップ、7はパターン識別信号及び初期流量設定信号の確認のステップ、8は流量設定信号のステップ変化の開始のステップ、9は入・出力信号の偏差の判別ステップ、10は流量設定信号のステップ状減少のステップ、11は一段前の流量設定信号への切換へのステップ、12は入・出力信号の偏差の判別ステップ、13は流量設定信号のランプ変化の開始のステップ、14は流量設定信号のランプ変化のステップ、15は入・出力信号の偏差の判別ステップ、16は流量設定信号の保持ステップ、17は流量設定信号の保持確認ステップ。

---

フロントページの続き

(72)発明者 池田 信一

大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内

(72)発明者 西野 功二

大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内

(72)発明者 土肥 亮介

大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内

(72)発明者 上野山 豊己

大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内

F ターム(参考) 5F045 B802 DP03 EE12 EE17 EF05 EF09 GB15

5H307 AA20 B801 CC11 DD01 DD12 EE02 ES02 FF08 FF12 GG09

JJ01 KK08